

## **Lohkoketjuteknologian mahdollisuudet merikuljetusten toimitusketjuissa**

Henri Kalpio

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>Tekijä</b><br>Henri Kalpio  |                                      |
| <b>Koulutusohjelma</b><br>Liiketalouden koulutusohjelma  |                                      |
| <b>Raportin/Opinnäytetyön nimi</b><br>Lohkoketjuteknologian mahdollisuudet merikuljetusten toimitusketjuissa   | <b>Sivu- ja liitesivumäärä</b><br>41 |
| <p>Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää toimeksiantajayritykselle, millaisia mahdollisuuksia lohkoketjuteknologia tarjoaa merikuljetusten toimitusketjuihin. Lukijalle selvitetään lohkoketjuteknologian toimintaperiaatteita ja kerrotaan sen keskeisistä ominaisuuksista sekä hyödyistä. Hyödyiksi tunnistetaan toimitusketjujen entistä suurempi läpinäkyvyys, jäljitettävyyys ja transaktioiden turvallisuus ja nopeus. Lohkoketjuun pohjautuvan järjestelmän toimintatapa poistaa välikäsinä toimivien kolmansien osapuolien tarpeen tarvittavan luottamustason saavuttamiseksi.</p> <p>Merikuljetusten toimitusketjujen haasteita ja tehottomuuden eri muotoja tunnistetaan ja eritellään; lähdemateriaalien vertailun perusteella selvisi, että toimialalla haasteiksi koetaan muun muassa läpinäkyvyyden ja tiedonkulun puute eri toimijoiden välillä. Lisäksi merikuljetusalalle tyypilliset, hidasta paperityötä edellyttävät prosessit nähdään kehityskohteina.</p> <p>Esitetyt sovellusideat keskittyvät paperityön ja dokumentaation, kuljetusten seurannan sekä sopimusten ja kaupallisten prosessien ympärille. Sovellusten toteuttaminen edellyttää tiedon digitaaliseen muotoon muuttamista ja toimitusketjun eri toimijoiden välisten yhteisten tietorakenteiden omaksumista tavoiteltujen hyötyjen saavuttamiseksi. Internet of Things -laitteiden lohkoketjuun integroinnilla arvioidaan olevan mahdollista nopeuttaa esimerkiksi kuljetusten seurannan toimintoja, kun manuaalisen työn määrä vähenee automaation myötä.</p> <p>Lohkoketjuteknologian implementoinnin haasteita tarkastellaan toimialakohtaisesta ja liiketoiminnallisesta näkökulmasta ottaen samalla huomioon myös tekniset, regulatiiviset ja käyttäytymiselliset näkökohdat. Teknologian omaksumisasteesta laaditaan arvio Rogersin innovaatioiden leviämisen teorian viitekehuksesta käsin. Opinnäytetyöprosessin aikana alkuvuodesta 2018 lohkoketjuteknologiaa hyödyntävien sovellusten määrä oli toimialalla pieni, joskin hyötyjen kartoittaminen pilottihankkeiden avulla oli selvässä kasvussa.</p> <p>Pääasiallisena menetelmänä opinnäytetyön toteutuksessa käytetään tiedonkeruuta lohkoketjuteknologiaa käsittelevistä verkkojulkaisuista ja tutkielmista. Menetelmällisesti tiedonkeruuta seuraa havainnointi sekä eri lähteistä peräisin olevien sisältöjen vertailu; kattavalla vertailulla pyritään saamaan todenmukainen kuva siitä, millaisia lohkoketjuteknologian sovelluksia merikuljetusten toimitusketjuissa on kehitteillä tai jo olemassa sekä millaisilla sovelluksilla on toteutuspotentiaalia.</p> |                                      |
| <b>Asiasanat</b><br>lohkoketju, merikuljetus, toimitusketju, älykkäät sopimukset   |                                      |

# Sisällys

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Johdanto .....   | 1  |
| 1.1   | Tavoitteet ja rajaukset .....  | 2  |
| 1.2   | Menetelmät .....   | 2  |
| 1.3   | Teoreettinen viitekehys .....  | 3  |
| 2     | Kohdeyritys .....  | 4  |
| 3     | Lohkoketjuteknologia.....  | 5  |
| 3.1   | Bitcoin .....  | 5  |
| 3.2   | Toimintaperiaate .....   | 6  |
| 3.3   | Konsensusprotokollat.....  | 8  |
| 3.3.1 | Proof of work.....   | 9  |
| 3.4   | Julkiset, yksityiset ja konsortiolohkoketjut.....                          | 9  |
| 3.5   | Älykkäät sopimukset .....  | 10 |
| 4     | Toimitusketju .....  | 13 |
| 4.1   | Toimitusketjun digitalisaatio .....  | 13 |
| 4.2   | Lohkoketjuteknologian hyötyjä toimitusketjussa .....                       | 15 |
| 4.3   | Lohkoketjuteknologian tarpeen määrittely toimitusketjussa .....            | 16 |
| 4.4   | Toimitusketjujen Internet of Things.....                                   | 18 |
| 5     | Merikuljetukset .....  | 20 |
| 5.1   | Linjaliikenne .....  | 20 |
| 5.2   | Intermodaalikuljetukset .....  | 21 |
| 6     | Lohkoketjuteknologian soveltaminen merikuljetusten toimitusketjuissa ..... | 23 |
| 6.1   | Paperityöt ja dokumentaatio.....   | 23 |
| 6.2   | Rahdin seuranta.....   | 25 |
| 6.3   | Sopimukset ja kaupalliset prosessit.....                                   | 26 |
| 6.4   | Implementoinnin haasteita .....  | 27 |
| 6.4.1 | Toimialakohtaiset ja liiketoiminnalliset haasteet .....                    | 27 |
| 6.4.2 | Tekniset haasteet.....   | 28 |
| 6.4.3 | Regulatiiviset haasteet .....  | 29 |
| 6.4.4 | Käyttätymiselliset haasteet .....  | 30 |
| 7     | Tulokset ja pohdinta .....   | 33 |
| 7.1   | Tulokset .....   | 33 |
| 7.2   | Opinnäytetyöprosessin arviointi .....                                      | 35 |
| 7.3   | Jatkohankkeet.....   | 36 |
|       | Lähteet .....  | 37 |

# 1 Johdanto

Merikuljetusten merkityksen modernille maailmankaupalle voidaan todeta olevan ratkaiseva, sillä arviolta 90 % koko maailman kuljetuksista tapahtuu meriteitse (International Chamber of Shipping 2017). Yhdistyneiden kansakuntien kauppaa- ja kehityskonferenssin laatiman raportin mukaan meriteitse tapahtuvien kuljetusten volyymien ennustetaan kasvavan vuosittain 3,2 % vuosina 2017-2022 (Yhdistyneiden kansakuntien kauppaa- ja kehityskonferenssi 2017).

Lukuisten eri toimijoiden muodostamissa merikuljetusten toimitusketjuissa on kuitenkin ollut havaittavissa tehottomuutta ja usein tarpeettomaksi koettua monimutkaisuutta. Tehottomuutta aiheuttavia haasteita ovat muun muassa pitkälti paperisten asiakirjojen käyttäminen, tiedonkulun ja läpinäkyvyyden puute eri toimijoiden välillä sekä väärennökset. Näiden ohella on syytä ottaa tarkasteluun myös luottamukseen ja sopimukseen liittyviä näkökohtia. IBM-Maersk –lohkaketjuyhteishankkeen toimitusjohtaja Michael White arvioi verkkojulkaisussaan tehokkaampien toimitusketjujen prosessien kehittämisen myötä saavutettujen säästöjen olevan noin 10 % koko maailmankaupan kustannusten ollessa vuosittain arvoltaan 1,8 biljoonaa Yhdysvaltain dollaria (IBM; Michael White 2018).

Lohkoketjuteknologia perustuu hajautetun kirjanpidon ideaan ilman keskushallintoa, jossa kullakin osapuolella on sama, jälkikäteen muuttumaton digitaalinen loki tapahtuneista transaktioista. Luottamus toisilleen tuntemattomien toimijoiden kesken taataan kryptografisin menetelmin, joiden avulla lohkoketjun manipulointi on tehty hyvin vaikeaksi. Lohkoketjuteknologian soveltaminen liiketoiminnassa voi poistaa luotetun kolmannen osapuolen tarpeen transaktioissa, lisätä läpinäkyvyyttä ja nopeuttaa toimitusketjujen toimintoja, kun haluttu tieto on saatavilla reaaliajassa.

Edellä mainittujen ominaisuuksien johdosta lohkoketjuteknologia on herättänyt etenkin muutamien viime vuosien aikana kiinnostusta monien eri toimialojen keskuudessa. Merikuljetusten toimitusketjujen prosessien tehostamiseen ja toimijoiden välisen yhteistyön helpottamiseen on niin ikään haettu ratkaisuja lohkoketjuteknologiasta, vaikka toistaiseksi lohkoketjusovellusten määrä jokapäiväisessä operatiivisessa toiminnassa on vähäinen.

## **1.1 Tavoitteet ja rajaukset**

Opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa kohdeyritykselle, millaisia mahdollisuuksia lohkoketjuteknologian soveltaminen tarjoaa merikuljetusten toimitusketjuihin. Varsinaisten konttikuljetusten lisäksi opinnäytetyössä merikuljetusten toimitusketju pitää käsitteenä sisällään niihin liittyviä useita eri toimintoja kattavia informaatiovirtoja sekä maksuliikennettä. Aihetta lähestyttiin selvittämällä, millä tavoin lohkoketjuteknologian keskeiset edut ovat sovitettavissa kohdeyrityksen toimialalla yleisesti tiedossa oleviin haasteisiin.

Työssä tunnistetaan sekä eritellään merikuljetusten toimitusketjuihin liittyviä tehottomuuden eri muotoja ja esitetään käytännön sovellusmahdollisuuksia. Esitettyjen sovellusmahdollisuuksien aiheita ovat muun muassa kuljetusten seuranta, dokumentointi, eri toimijoiden välinen toiminta ja luottamus sekä sopimukset. Lohkoketjuteknologian implementointin esteitä ja haasteita käsitellään varsinaisia sovellustapoja esittelevän luvun jälkeen.

Opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Greencarrier Liner Agency Finland Oy:lle.

Tavoitteet pyritään saavuttamaan vastaamalla kahteen kysymykseen, joista pääongelma aseteltu seuraavanlaisesti:

”Millaisia mahdollisuuksia lohkoketjuteknologian hyödyntäminen tarjoaa merikuljetusten toimitusketjuihin?”

Lisäksi opinnäytetyössä vastataan alaongelmaan, joka on:

”Mitkä ovat haasteita, joita saattaisi kohdata implementointivaiheessa?”

## **1.2 Menetelmät**

Pääasiallisena menetelmänä opinnäytetyön toteutuksessa käytetään tiedonkeruuta lohkoketjuteknologiaa käsittelevistä verkkojulkaisuista ja tutkielmista. Menetelmällisesti tiedonkeruuta seuraa havainnointi sekä eri lähteistä peräisin olevien sisältöjen vertailu; kattavalla vertailulla pyritään saamaan todenmukainen kuva siitä, millaisia lohkoketjuteknologian sovelluksia merikuljetusten toimitusketjuissa on kehitteillä tai jo olemassa sekä millaisilla sovelluksilla on toteutuspotentiaalia.

Opinnäytetyössä käytettyjen menetelmien soveltuvuutta arvioidaan tarkemmin luvussa 7.2.

### 1.3 Teoreettinen viitekehys

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys nojaa lohkoketjuteknologian toimintaa käsittelevän osuuden osalta vahvasti verkossa julkaistuihin artikkeleihin, tutkielmiin sekä soveltuvuus selvityksiin, joiden avulla pyritään selvittämään keskeisiä käsitteitä kattavasti lukijalle. Lohkoketjuteknologian laajamittaisen omaksumisen ja hankekohtaisen implementoinnin teoreettisina viitekehyksinä toimivat luvussa 6.4 verkostovaikutuksen ja Rogersin innovaatioiden leviämisen teoriat. Saman luvun teoreettiseen viitekehykseen sisältyy lohkoketjun hyödyntämisestä liiketoiminnassa kertova kirjallisuus.

Aiheen ollessa etenkin kehitystehtävän kohdeyrityksen toimialalla verrattain uusi, painettua kirjallisuutta on saatavilla rajallisesti. Yksinomaan merikuljetusten toimitusketjuihin keskittyvää aineistoa lohkoketjuteknologian soveltamisen kannalta on saatavilla melko vähän, joskin niitä useammat julkaisut kiinnittävät huomiota koko toimitusketjun hallintaan kuljetusmuodoista välittämättä.

Opinnäytetyön lähdemateriaali on aiheen ajankohtaisuudesta johtuen suurelta osin korkeintaan muutamia vuosia vanhaa. Etenkin monet soveltuvuus selvityksistä ja ”trendiraportteja” muistuttavista julkaisuista ovat hyvin ajankohtaisia. Merkittävä osa pilottihankkeista saaduista tiedoista on vasta hiljattain koottua. Lähdemateriaali koostuu lähes yksinomaan englanninkielisistä julkaisuista.

Merikuljetuksia ja toimitusketjua käsittelevien lukujen tietoperustat pohjautuvat pitkälti lähdekirjallisuuteen sekä verkossa oleviin toimialakohtaisiin julkaisuihin ja tilastoihin. Toimitusketjun hallintaa käsittelevästä aineistosta pyrittiin oman pohdinnan kautta ja muuhun lähdekirjallisuuteen verraten vetämään johtopäätöksiä esimerkiksi luvun 6 sovellusmahdollisuuksien esittelemisessä.

## 2 Kohdeyritys

Opinnäytetyön kohdeyritys on suomalainen merikuljetusagentuuri Greencarrier Liner Agency Finland Oy, joka edustaa taiwanilaista rahtivarustamo Evergreen Linea. Yritys on osa Greencarrier Group –konsernia, joka on yksi Pohjoismaiden suurimpia yksityisomistuksessa olevia kuljetusyhtiöitä. Konserni on perustettu vuonna 2000 Skandinavian suurimman sataman, Göteborgin, äärellä ja se työllistää yli 800 työntekijää neljässätoista maassa. Greencarrier Group voidaan jakaa liiketoiminta-alueittain kolmeen eri osaan, joita ovat Liner Agency –toimintojen lisäksi Freight Services sekä Scandinavian Shipping & Logistics (Greencarrier Group 2018.)

Greencarrier Group -konsernin visio on olla “top of mind” eli päällimmäisenä mieleen tuleva brändi omalla kestävien kuljetusratkaisujen kotimarkkinallaan. Mission kerrotaan olevan markkinoiden haastaminen uusilla ja ympäristöystävällisillä kuljetusmahdollisuuksilla. Ympäristöystävällisyys lähtökohtana ilmenee myös toimien, kuten henkilöstön kouluttamisen, päästöjen jatkuvan vähentämisen ja ympäristön kuormitusta vähentävien toimistoratkaisujen kautta (Greencarrier Group 2018).

Kohdeyrityksen toimialana on harjoittaa lastintarkastustoimintaa, lastinkäsittelyvalvontaa, maa- merikuljetusten välitystä sekä agentuuri – laivanvarustajatoimintaa omistamatta itse laivoja (Kauppalehti 2018).

### 3 Lohkoketjuteknologia

Luvussa määritellään mitä lohkoketjuteknologian käsite pitää sisällään, käydään läpi sen toimintaperiaate ja kerrotaan keskeisistä ominaisuuksista yleisellä tasolla ilman, että kehittehtävän toimialan mahdollisia sovellustapoja vielä huomioitaisiin. Tarkoituksena on, että lukija saa yleiskäsityksen lohkoketjuteknologian toiminnasta ja niistä ominaisuuksista, minkä takia kyseistä teknologiaa pidetään erityisen lupaavana. Ensimmäisessä alaluvussa esitellään tiettävästi ensimmäinen lohkoketjuteknologian käytännön sovellus, joka tunnetaan virtuaalivaluutta Bitcoinina ja taustoitetaan sen historiaa.

World Economic Forumin mukaan lohkoketjuteknologia voi tulla koettelemaan perinteisiä liiketoimintamalleja ja aiheuttamaan disruptiota toimialoilla. Sen kerrotaan haastavan ihmiset pohtimaan uudelleen, miten yhteiskunta on strukturoitu, arvon tuottaminen määritelty ja miten osallistamisesta palkitaan (World Economic Forum 2017.) Joidenkin arvioiden mukaan lohkoketjuteknologian vaikutus tulee olemaan verrattavissa siihen, miten internetin synty on vaikuttanut viestintään ja tiedonkulkuun.

Lohkoketju esiteltiin ensimmäisen kerran käsitteenä vuonna 2009, kun nimimerkillä Satoshi Nakamoto esiintyvä henkilö tai organisaatio esitti ratkaisunsa muun muassa virtuaalivaluuttojen haasteeksi osoittautuneeseen double-spending –ongelmaan ja kolmannen osapuolen tarpeeseen luotettavissa maksutransaktioissa julkaisussa ”Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”.

#### 3.1 Bitcoin

Bitcoin on ensimmäinen avoimeen lähdekoodiin perustuva vertaisverkossa toimiva kryptovaluutta, jonka toiminta ja sillä suoritettujen transaktioiden vahvistaminen eivät edellytä välikäsiä tai muuta keskushallintoa. Osa ratkaisua kolmannen osapuolen tarpeen eliminointiin ovat digitaaliset allekirjoitukset (Nakamoto 2009, 1.) Jokaisen Bitcoin-verkossa tapahtuvan transaktion kryptografiset tiivisteet ketjutetaan aikaleimoin toisiinsa niiden muodostaessa lohkoketjun. Itse järjestelmään sisältyvän luottamuksen takaa konsensusmenetelmä proof of work, jonka käyttäminen tunnetaan paremmin louhimisena.

Bitcoinia on kuitenkin kritisoitu sen arvon korkeasta volatiliteetista ja transaktioiden kasvavista kustannuksista eikä sitä tunnisteta yleisesti valuutaksi rahoitusmaailmassa. Rahoitusmaailman kriittisyyttä Bitcoinia kohtaan ilmentää esimerkiksi Pohjoismaiden suurimman finanssipalvelukonsernin Nordean kielto alkuvuonna 2018, jonka myötä konsernin työntekijät eivät saa käydä kauppaa Bitcoinilla tai millään muilla virtuaalivaluutoilla (Bloomberg

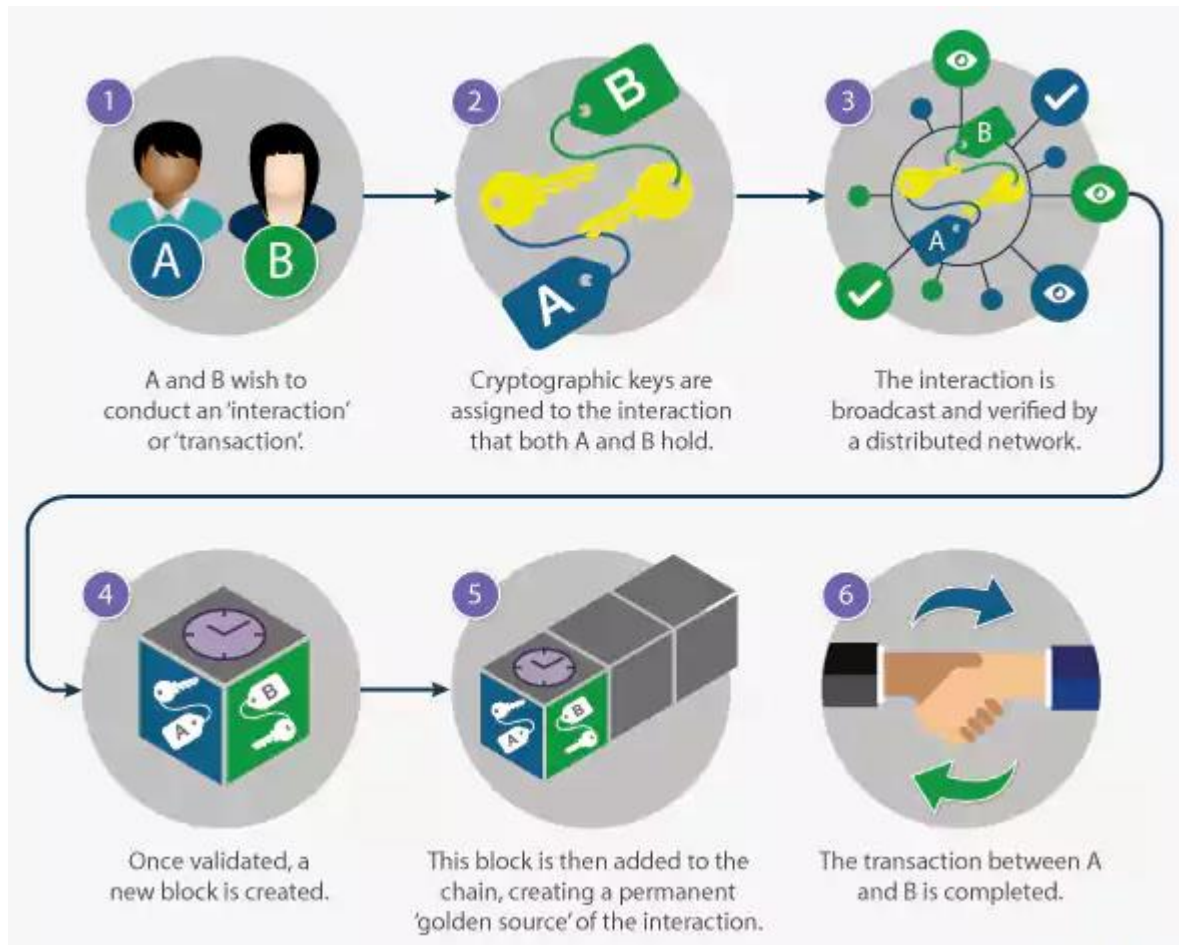


2018). Muita kritiikin aiheita ovat kryptovaluutan tarjoaman korkean anonymiteetin mahdollistamat laittomat käyttötarkoitukset, kuten rahanpesu sekä Tor-verkon välityksellä käytävä huume- ja asekauppa.

### **3.2 Toimintaperiaate**

Lohkoketjuteknologialla tarkoitetaan useiden tietokoneiden muodostamassa vertaisverkossa toimivaa hajautettua, kryptografisin menetelmin turvattua ja ketjutettua digitaalista kirjanpitoa, jonka transaktiot ovat tyypillisesti julkisesti kaikkien osapuolten nähtävillä. Lohkoketjuverkon käyttäjien suorittamien transaktioiden yhteydessä kullakin osapuolella on julkisen avaimen salauksen menetelmän mukaisesti sekä julkinen että yksityinen avain, joista julkinen jaetaan muiden käyttäjien kanssa. Julkinen avain toimii ”osoitteen” tavoin, johon dataa lähetetään. Yksityisen avaimen hallinta tarkoittaa lohkaketjuverkossa käytännössä omistajuutta, joten se pidetään salassa salasanan tavoin (Pilkington 2015, 4.)

Kuvassa 1. havainnollistetaan lohkaketjuverkossa tapahtuvan transaktion etenemistä kuuden eri vaiheen kautta. Osapuolet A ja B haluavat toimeenpanna transaktion, minkä edellytyksenä datan lähettäjä tarvitsee vastaanottajan julkisen avaimen. Transaktio kuulutetaan julkisesti muille lohkaketjuverkon käyttäjille, jotka vahvistavat kuulutuksen oikeellisuuden hajautetun konsensusprotokollan avulla. Kun vahvistuksia on riittävä määrä, syntyy uusi lohko, jota osa A:n ja B:n välinen tapahtuma on. Lohko lisätään muiden lohkojen jatkoksi jälkikäteen muuttamattomaan ketjuun digitaalisin allekirjoituksin ja aikaleimoin, minkä jälkeen transaktio on saatu päätökseen. Osapuolet A ja B voivat molemmat halutessaan varmistaa datan siirtymisen lohkaketjun julkisesta lokista tai omien yksityisten avaimien avulla omista osoitteistaan.



Kuva 1. How a blockchain transaction works (Standard Chartered 2016)

Lohkoketjuteknologian merkittävimpiä eroja perinteisiin tieto- ja maksujärjestelmiin lisäantyneen läpinäkyvyyden ohella todetaan olevan uudenlainen käsitys maksujen tai muiden tapahtumien lopullisuudesta ja luotetun kolmannen osapuolen tarpeen eliminoiminen tarvittun luottamustason saavuttamiseksi. Ennen lohkoketjuteknologiaan turvautuneiden kryptovaluuttojen syntymistä transaktioiden lopullisuus on hahmotettu suhteessa pankkiin kolmikantaisen rakenteen kautta, jonka osia ovat maksaja, maksunsaaja ja pankki (Pilkington 2015, 6.)

### 3.3 Konsensusprotokollat

Konsensusprotokolla mahdollistaa lohkoketjun tietojen turvallisen päivittymisen hajautettua toteutustapaa noudattaen ilman luotettua kolmatta osapuolta. Lohkoketjussa sen tehtävänä on turvata asianmukaiset transaktio- ja lohkojärjestykset siten turvaten myös lohkoketjun avainominaisuudet, kuten muuttamattomuuden ja tarkastettavuuden sellaisissa olosuhteissa, joissa protokollan perustavanlaatuiset oletukset täyttyvät. Lohkoketjuun pohjautuvan järjestelmän voidaan todeta olevan yhtä vakaa ja turvallinen kuin sen konsensusprotokolla (Baliga 2017, 4.)

Tunnetuin tapa saavuttaa konsensus lohkoketjuverkossa on protokolla proof of work (jatkossa PoW) eli työtodistusmalli, joka esitellään tarkemmin luvussa 3.3.1. Lohkoketjuverkon transaktioiden vahvistamista PoW -protokollan avulla kutsutaan louhimiseksi. Muita konsensusprotokollia ovat muun muassa älysopimusalueista Ethereumin käyttämä proof of stake eli osuustodistus ja mikroprosessoreistaan tunnetun Intelin suunnittelema proof of elapsed time, joka vapaasti käännettynä tarkoittaa kuluneen ajan todistusta.

Konsensusprotokollan käyttökelpoisuus ja tehokkuus voidaan Baligan julkaisun ”Understanding Blockchain Consensus Models” (2017, 5) mukaan määrittää tarkastelemalla sen kolmea avainominaisuutta, jotka ovat:

i. Turvallisuus

Protokolla voidaan määrittää turvalliseksi, jos lohkoketjuverkon kaikki solmut tuottavat saman tulosteen ja kaikki tulosteet ovat valideja protokollan sääntöjen mukaisesti.

ii. ”Elollisuus” (Liveness)

”Elollisuuden” katsotaan toteutuvan, jos kaikki päätöksentekoon osallistuvat ei-vialliset solmut tuottavat lopulta arvon.

iii. Viansietokyky

Protokollalla on viansietokykyä, jos järjestelmä pystyy palautumaan virheestä, joka johtuu päätöksentekoon osallistuvasta solmusta.

### 3.3.1 Proof of work

Proof of work –konsensusprotokolla, joka tunnetaan myös työtodistusmallina, perustuu ajatukselle, jonka mukaan tietyn osan dataa täytyy olla kohtuullisen vaivalloista tuottaa mutta jonka muiden on oltava helppo tarkastaa. Jotta uusi lohko voidaan lisätä ketjuun, on louhijoiden osoitettava, että tietty määrä työtä on suoritettu. PoW -protokollan keskeisimmät tehtävät ovat vahvistaa transaktioita ja luoda uusia lohkoja lohkoketjuun.

Käytännössä tehdyn työn osoittaminen tarkoittaa jonkin resurssin, kuten laskentatehon ja sen sähkönkulutuksen käyttöä uuden lohkon luomista varten. Esimerkiksi Bitcoin-verkossa transaktioiden vahvistajat eli louhijat yrittävät tietokoneen prosessorin laskentatehon avulla arvata vastauksen SHA-256-algoritmin tuottamaan informaatiotiivisteseen. Kun vastaus löytyy, lisätään transaktioita sisältävä lohko lohkoketjuun ja vastauksen löytänyt louhija saa lohkopalkkion.

Lohkoketjun tietojen luotettavuus sekä muuttamattomuus perustuvat PoW -protokollaa käytettäessä käytännössä siihen, ettei aiempien lohkojen sisältöä voida muuttaa ilman, että transaktioiden vahvistamista varten tehty työ tehdään uudestaan kaikkia niitä lohkoja varten, jotka seuraavat manipulointiyrityksen kohteena olevaa. Mitä enemmän transaktioita vahvistetaan ja lohkoja syntyy, sitä pienemmäksi aiempien tietojen manipuloinnin mahdollisuus siis käy.

### 3.4 Julkiset, yksityiset ja konsortiolohkoketjut

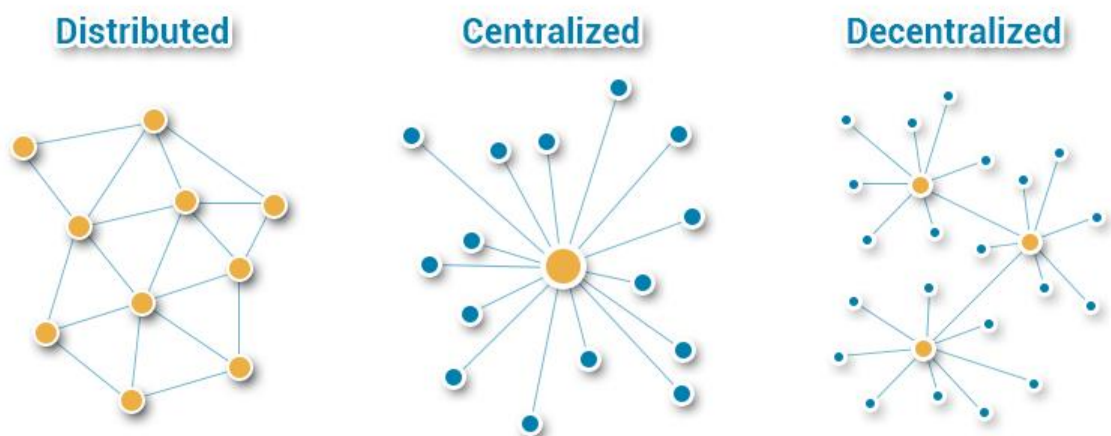
Hajautetun älysopimusalueen Ethereumin perustajan Vitalik Buterinin (2015) mukaan lohkoketjusovellukset voidaan jakaa pääpiirteittäin kolmeen eri luokkaan, joita ovat yksityiset, julkiset ja konsortiumlohkoketjut. Siihen, mikä vaihtoehtoista sopisi merikuljetusten toimintaketjun hallinnan eri toimintojen sovelluksiin parhaiten voi vaikuttaa halu yhteistyöhön ja luottamus eri osapuolien välillä, toimijoiden määrä ja hierarkisuus sekä välitettävän tiedon ja dokumenttien sensitiivisyys.

Täysin julkisissa lohkoketjuissa kuka tahansa voi lukea niiden sisältämiä tietoja ja suorittaa transaktioita samalla olettaen näkevänsä ne, jos transaktiot ovat valideja. Julkisissa lohkoketjuissa kuka tahansa voi ottaa osaa konsensusprosessiin. Keskitetyn luottamuksen korvaajina julkiset lohkoketjut turvataan yhdistelemällä taloudellisia kannusteita ja kryptografisia menetelmiä. Tällöin konsensusprosessiin vaikuttamisen mahdollisuus on suhteutettuna siihen, millaista määrää taloudellisia resursseja osallistuja voi hallinnoida (Buterin 2015.)

Yksityisissä lohkoketjuissa kirjoitusluvut pidetään keskitettyinä yhdelle organisaatiolle. Lukuoikeudet puolestaan voivat olla julkisia tai rajoitettuja haluttuihin laajuuksiin asti (Buterin 2015). Täysin yksityisten lohkoketjusovellusten käyttö on useimmiten rajattu yksittäisen yrityksen sisäiseen käyttöön tarkasti sen omiin tarpeisiin räätälöitynä.

Konsortiolohkoketjussa on piirteitä sekä julkisesta että yksityisestä lohkoketjusta ja siinä konsensusprosessia säätelevät ennalta määritetyt solmut. Yksityisen lohkoketjun tavoin konsortiolohkoketjussa lukuoikeudet voivat olla täysin julkisia tai säänneltyjä osallistujien kesken (Buterin 2015.) Konsortiolohkoketjua kutsutaan tietyissä asiansuhteissa myös hybridilohkoketjuksi ja sitä luonnehditaan osittain hajautetuksi.

Kuvassa 2. havainnollistetaan visuaalisesti täysin hajautettua, keskitettyä ja osittain hajautettua tietoverkkoa.



Kuva 2. Public, Private and Consortium Blockchains: What's Right For You? (Draglet GmbH 2018).

### 3.5 Älykkäät sopimukset

Älykkäillä sopimuksilla tarkoitetaan sopimuksia, joiden ehdot ovat ohjelmoitu osapuolten tarpeiden mukaisesti lohkoketjuun. Sopimus sisältää kaiken tiedon sopimusehdoista ja toimeenpanee automaattisesti itsensä ennalta määritettyjen ehtojen täytyessä. Ensimmäisen kerran älykkäiden sopimusten idean esitteli tietojenkäsittelytieteilijä Nick Szabo vuonna 1994.

Älykkäiden sopimusten laatimiseen tarvitaan neljä osaa, jotka ovat:

i. Sopimuksen kohde

Ohjelman täytyy päästä käsiksi sopimuksen hyödykkeisiin tai palveluihin käsitelläkseen niitä automaattisesti ehtojen täytyessä.

ii. Digitaaliset allekirjoitukset

Osapuolet aloittavat sopimuksen suorittamalla allekirjoitukset yksityisillä avaimillaan.

iii. Sopimusehdot

Sopimuksen ehdot ovat muotoiltu täsmälliseksi toimenpiteiden sarjaksi, jotka kukin osapuoli allekirjoittaa.

iv. Hajautettu sopimusalue

Älykäs sopimus otetaan käyttöön sopimusalueen lohkoketjussa ja jaetaan tämän solmujen kesken (Cointelegraph 2017.)

Cointelegraph –sivuston mukaan logistiset toiminnot lukeutuvat älykkäiden sopimusten potentiaaliin sovellusmahdollisuuksiin. Toimitusketjut ovat tavallisesti pitkiä ja sisältävät useita linkkejä, joista kunkin on saatava vahvistus edelliseltä, pidettävä oma osuutensa sopimuksesta ja lähetettävä tietoa eteenpäin. Tämän kaltaiset prosessit voidaan nähdä aikaa vievinä ja tuottamattomina. Älykkäissä sopimuksissa kunkin osapuolen on mahdollista seurata liikeyhteistyönsä edistystä ja suunnitella omaa toimintaansa tämän mukaan (Cointelegraph 2017.)

Muita älykkäiden sopimusten etuja ovat turvallisuus, taloudellisuus ja nopeus. Kyseisiä etuja voidaan perustella toimintatavoilla, kuten sopimusten salakirjoitus ja hajauttaminen solmujen kesken, mikä takaa, ettei sisältöä muuteta ilman asianmukaisia kirjoituslupia. Taloudellisuus ja nopeus toteutuvat prosessien automatisoinnin sekä useimmissa tapauksissa välitietojen poistamisen myötä (Cointelegraph 2017.)

Älykkäiden sopimusten käyttöönoton myötä saavutetuilla eduilla voi kuitenkin olla kääntöpuolensa, kuten inhimillisestä tekijästä johtuvat virheet esimerkiksi ohjelmoinnissa (Coin-

telegraph 2017). Toisaalta älykkäitä sopimuksia koskeva lainsäädäntö on toistaiseksi hajanainen eikä yhteisiä ohjesääntöjä juuri ole, mikä voi aiheuttaa juridisesti pulmallisia tilanteita riitautumistapauksissa. Laajamittaista älykkäiden sopimusten implementointia voi hidastaa lainsäädännöllisten elimien rajoittavat toimet tai muut epäsuotuisat sääntelyä koskevat viitekehykset.

## 4 Toimitusketju

Toimitusketju on verkosto, jossa eri organisaatiot yhteistyössä ohjaavat ja kehittävät materiaali- tai palveluvirtoja sekä niihin liittyviä raha- ja tietovirtoja. Toimitusketjussa kullakin organisaatiolla on oma roolinsa. Toimitusketjun rakenne riippuu yrityksen tuotteista, toimialasta ja asiakkaista. Toimitusketjun hallinnalla tarkoitetaan yritysverkoston materiaalivirran ja siihen liittyvien tieto- ja rahavirtojen kokonaisvaltaista suunnittelua, ohjausta ja johtamista tavoitteena asiakkaiden arvonlisäyksen maksimointi (Logistiikan Maailma 2018.)

Keskeistä toimitusketjun hallinnassa on myös ketjun rakenteen muodostaminen ja sen kehittäminen. SCM-ajattelussa korostuvat aika, luotettavuus ja läpinäkyvyys. Olennaisia tekijöitä ovat ketjun osapuolten välinen yhteistyö ja arvon luominen asiakkaille (Logistiikan Maailma 2018.)

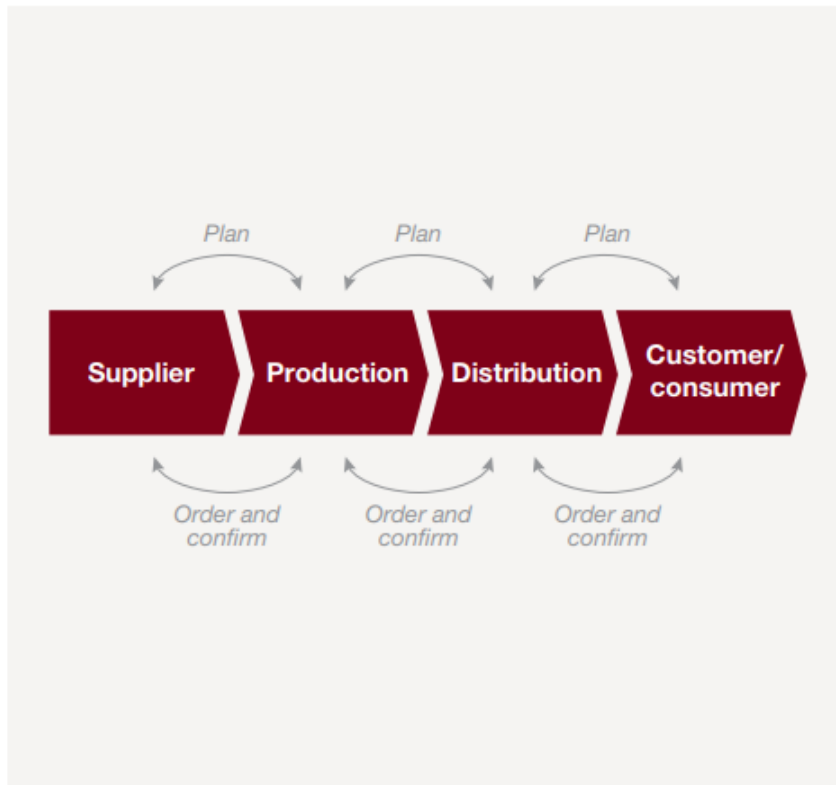
### 4.1 Toimitusketjun digitalisaatio

Nykymuodossaan toimitusketjut ovat laajalti sarja toisistaan eristyksissä suoritettuja vaiheita, jotka kulkevat toimintojen, kuten markkinoinnin, tuotekehityksen, tuotannon ja jakelun kautta lopulta kuluttajalle. Digitalisaation myötä toimitusketjuista kerrotaan tulevan integroituja ekosysteemejä, jotka ovat läpinäkyviä kaikille niihin osallistuville toimijoille aina raaka-aineiden tuottajista loppukäyttäjiin. Tämän kaltainen verkosto turvautuu useisiin avainteknologioihin, kuten integroituihin suunnittelujärjestelmiin, älykkääseen ostotoimintaan ja varastonhallintaan sekä edistyneeseen analytiikkaan. Tuloksena yritysten on mahdollista reagoida toimitusketjujen häiriöihin entistä tehokkaammin ja ennustaa niitä mallintamalla ”entä jos” –skenaarioita (PwC; Bertram & Schrauf 2016, 4.)

SCOR-mallia mukaileva kuva 3. havainnollistaa perinteisen toimitusketjumallin rakennetta ja toimintaa. Perinteisissä toimitusketjuissa prosessit etenevät lineaarisesti tavalla, jossa yksittäisillä toimijoilla on rajoitettu näkyvyys toimitusketjuun kokonaisuutena. Kuvan 4. digitaalisesti integroidussa toimitusketjuekosysteemissä tarvittava informaatio on kaikille osapuolille samanaikaisesti saatavilla toisin kuin useimmissa perinteisissä toimitusketjuissa. Tehokkaasta tiedonkulusta todetaan seuraavan myös korkeampi toimitusketjun responsiivisuus esimerkiksi kysynnän äkillisiin muutoksiin (PwC; Bertram & Schrauf 2016, 10.)

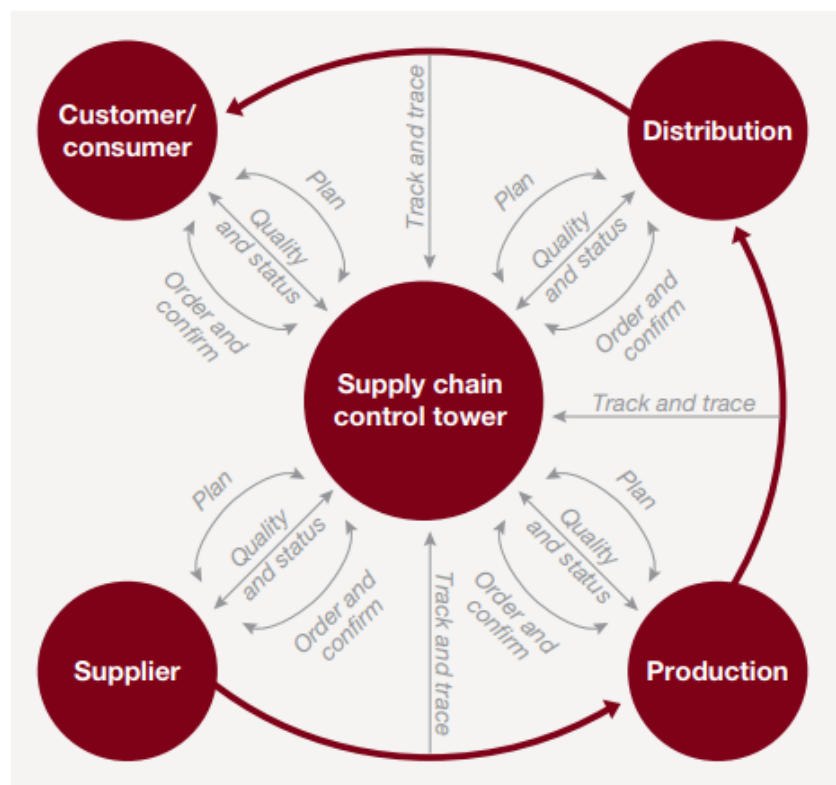


## Traditional supply chain model



Kuva 3. Traditional supply chain model (PwC; Berttram & Schrauf 2016)

## Integrated supply chain ecosystem



Kuva 4. Integrated supply chain ecosystem (PwC; Berttram & Schrauf 2016)

## 4.2 Lohkoketjuteknologian hyötyjä toimitusketjussa

Deloitte raportin mukaan lohkaketjuteknologiaa voidaan käyttää parantamaan toimitusketjujen läpinäkyvyyttä ja materiaalien jäljitettävyyttä. Yritysten kiinnostusta lohkaketjuteknologiaan perustellaan myös parempaa läpinäkyvyyttä vaativilla kuluttajilla ja toimitusketjujen kompleksisuuden kasvulla. Tehokkaan ja edullisen tavan seurata tuotteissa käytettyjen materiaalien alkuperää todetaan olevan tärkeä tekijä rakennettaessa luottamusta yhä ympäristötietoisempiin ja sosiaalisesti vastuullisempiin kuluttajiin (Deloitte 2017, 3.)

Yhdeksi ensisijaiseksi potentiaalseksi lohkaketjuteknologian tuomaksi hyödyksi tunnustetaan yritysten asettamien sisäisten laatustandardien saavuttamisen, minkä katsotaan seuraavan parantuneesta tuottajien materiaalien jäljitettävyydestä. Muita ensisijaisia potentiaalisia hyötyjä ovat vähentyneet väärennöksistä koituvat tappiot sekä alihankkijoiden määräystenmukaisuuden helpottunut seuranta (Deloitte 2017, 6.)

Aineettomat, toissijaiset potentiaaliset hyödyt koskevat Deloitte mukaan sidosryhmäsuhteita ja maineseikkoja. Avoimuuden ja toimitusketjun läpinäkyvyyden todetaan voivan johtavan yrityksen parempaan maineeseen, kun luotettavaa tietoa tuotteissa käytetyistä raaka-aineista on saatavilla. Toisaalta alihankkijoiden toiminnan tehostunut seuranta voi ennaltaehkäistä toimitusketjujen epäeettiseen toimintaan liittyviä PR-riskkejä, kun ulkoistetut toiminnot ovat yhä läpinäkyvämpiä (Deloitte 2017, 6.)

Kuvassa 5. esitetään lohkaketjualustaa, jonka tavoitteena on yhdistää toimitusketjun toimijoita ja hyödyttää koko toimitusketjuekosysteemiä. Alustan käytöllä tavoitellaan globaalia verkostoa, jossa muun muassa satamat, terminaalit, tulliviranomaiset, rahtivarustamot ja huolitsijat toimivat sujuvasti yhdessä. Useiden alustan tarjoamien hyötyjen todetaan perustuvan eri osapuolten välisten jo olemassa olevien yhteyksien tehostumiseen ja läpinäkyvyyden parantumiseen (IBM 2018.)

## FUTURE



Kuva 5. The case for a better way. (IBM 2018)

Lohkoketjunalustan todetaan tarjoavan nopean ja turvallisen pääsyn toimitusketjujen informaatioon, joka on peräisin yhdestä lähteestä. Digitaalisten asiakirjojen aitous todennetaan ja ne ovat lohkaketjun periaatteen mukaisesti jälkikäteen muuttamattomia. Hyödyiksi tunnustetaan myös parempi riskien arviointi sekä nopea mahdollisista ongelmista tiedottaminen (IBM 2018.)

### 4.3 Lohkoketjuteknologian tarpeen määrittely toimitusketjussa

Ennen varsinaista lohkaketjuteknologian implementointia tai laajempia soveltuvuusselvityksiä on syytä arvioida huolellisesti teknologian soveltumista ja tarvetta omaan toimitusketjuprofiiliin. Boston Consulting Group on laatinut artikkelissaan (2018) viiden kohdan muistilistan, joka auttaa yritystä määrittämään lohkaketjuteknologian implementoinnin todellista tarvetta:

- i. Tarve tallentaa jaettua dataa, transaktioita ja sopimuksia turvallisella ja jälkikäteen muuttamattomalla tavalla niin, että tiedot ovat jäljitettävissä ja tarkistettavissa.
- ii. Useiden eri osapuolten tarvitsee lisätä ja noutaa dataa sekä osallistua sopimuksellisiin transaktioihin.
- iii. Operoidaan valmistajien ja alihankkijoiden verkostossa, jossa toimijat eivät välttämättä tunne toisiaan tai joiden välillä ei ole tarvittavaa luottamusta. Verkostossa ei ole keskitettyä luottamusta tai sen laatiminen olisi kallista.

- iv. Operoidaan monimutkaisessa arvoketjussa, jossa käsitellään korkean arvon hyödykkeitä. Omaisuuserät vaihtavat omistajaa tavalla, jossa kyky todentaa identiteetti tai alkuperä on ratkaiseva.
- v. Yritys toimii välikätenä yhdistäen toimeenpanevia osapuolia samalla synnyttäen luottamusta.

Deloitte listaa raportissaan "Using blockchain to drive supply chain innovation" (2017, 8) avainkysymyksiä, jotka helpottavat yrityksiä hahmottamaan implementoinnin tarpeen yksityiskohtia. Avainkysymykset eritellään osa-alueittain jäljitettävyyteen, materiaali- ja tuotantoprofiiliin, toimitusketjun kerroksiin ja kumppaneihin, teknologiseen ympäristöön ja sääntelyyn. Esimerkiksi jäljitettävyyden suhteen on tärkeää selvittää kuka syöttäisi dataa järjestelmään toimitusketjun eri vaiheissa ja keiden tarvitsisi päästä käsiksi tietoihin.

Toimitusketjun materiaali- ja tuotantoprofiilin näkökohtien arvioinnissa voidaan huomioida muun muassa se, millä tavoin sähköisesti säilytetyt lohkoketjun sisältämät tiedot ovat yhteydessä kuljetuksiin ja toisin päin. Sovellatut ratkaisut riippuvat siitä, minkälaista tavaraa kuljetetaan ja seurataan. Muita osa-alueen avainkysymyksiä on kuljetusten materiaalien altistuminen fyysisille ja kemiallisille muutoksille sekä se, onko materiaalin ja kuljetusten tietoja lohkoketjuun välittävä tekniikka luotettavaa (Deloitte 2017, 6.)

Deloitteen raportin mukaan yksimielisyyden saavuttaminen lohkoketjuteknologian implementoinnista edellyttää aikaisempaa enemmän sidosryhmien osallistamista toimitusketjuissa, joissa on useita kerroksia ja toimijoita. Liikekumppaneiden välisen tiedon jakamisen tuomien kannusteiden ja avoimuuden todetaan auttamaan määrittämään riskejä, käytökelpoisuutta ja lohkoketjuteknologian käytön tuomaa lisäarvoa (Deloitte 2017, 8.)

Lohkoketjuteknologian implementointi vaatii kuitenkin muutosta kohti liikekumppaneiden kesken jaettuja tietorakenteita. Tällöin avainhuomioita ovat toiminnanohjausjärjestelmien integrointiin liittyvät haasteet, kuten siirtymät ja tarvittavat tietojärjestelmien mukautukset (Deloitte 2017, 8.)

#### 4.4 Toimitusketjujen Internet of Things

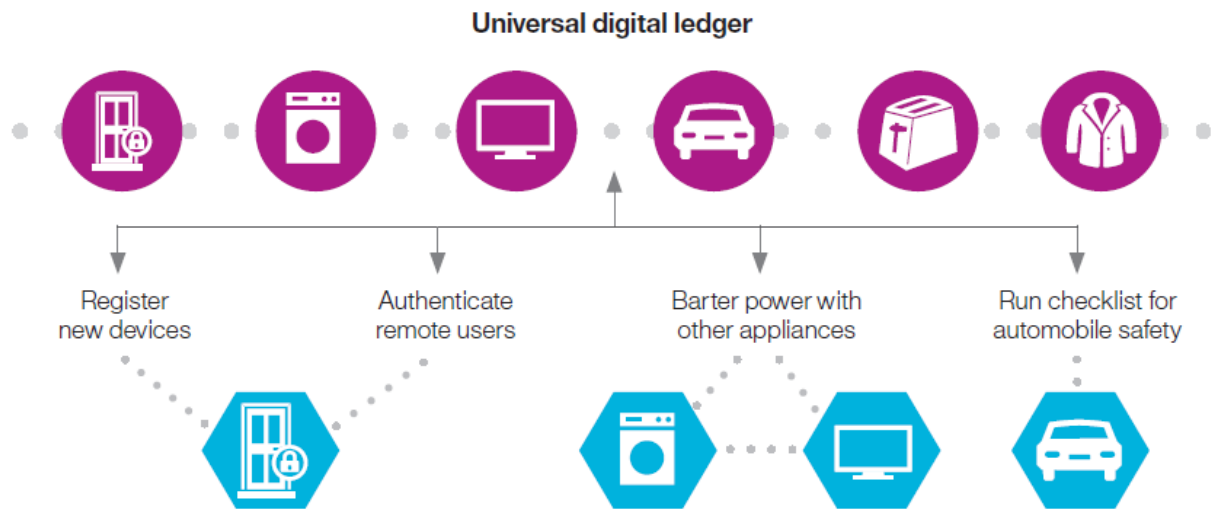
Käsitteellä Internet of Things eli esineiden internetillä tarkoitetaan verkkoon kytkettyjen fyysisten laitteiden verkostoa, jossa laitteet välittävät tietoa toisilleen ja ulkoisille järjestelmille langattomien yhteyksien avulla. Laitteissa hyödynnetään sulautettuja järjestelmiä ja eri tyyppisiä sensoreita. Tilastopalveluja tarjoavan Statistan arvion (2018) mukaan verkkoon kytkettyjä IoT-laitteita tulee olemaan vuoden 2018 loppuun mennessä 23,14 miljardia kappaletta.

IoT-laitteiden hyödyntämisen tuomia mahdollisuuksia toimitusketjun hallinnassa ovat muun muassa parantunut kuljetusten aikainen läpinäkyvyys ja kuljetusyksiköiden reaaliaikainen seuranta. Tarkentunut seuranta voi helpottaa varastohallintaa ja laitteiden välittämän datan oikein toteutetun analysoinnin avulla toimitusketjun häiriöitä voidaan eritellä aiempaa tarkemmin.

Talouslehti Forbesin artikkelin mukaan IoT-laitteiden yhdistämisessä lohkoketjualustaan on olemassa useita etuja. Näihin lukeutuvat valvonnan tehostuminen, jonka myötä omistajuutta voidaan seurata samalla kun data ja hyödykkeet liikkuvat toimitusketjussa. Toisena etuna on tietojen salaaminen ja hajautettu säilytystapa. Ihmisten suorittaman manuaalisen valvonnan kerrotaan vähenevän, kun laitteet tallentavat turvallisesti transaktioiden yksityiskohtia keskenään (Forbes 2018.)

Kuvassa 6. esitetään lohkoketjua, jossa tapahtuu useita eri tyyppisiä transaktioita erilaisiin tarpeisiin IoT-laitteiden avulla. Uudet laitteet rekisteröidään ja todennetaan lohkoketjun toimintaperiaatteen mukaisesti. Konsensusprotokollan käytössä kuluva energia ja laskentateholla voidaan käydä esimerkiksi vaihtokauppaa muiden samassa rajapinnassa toimivien sovellusten kanssa. Kuvasta käy ilmi, että esineet jotka suorittavat transaktioita lohkoketjussa voivat olla tavanomaisia ja arkisia, kuten autot ja pesukoneet.

*The blockchain functions as a distributed transaction ledger for various IoT transactions*



Kuva 6. The blockchain functions as a distributed transaction ledger for various IoT transactions. (Ahmed Banafa 2016)

Logistiikan IT-palveluita tarjoava C3 Solutions on laatinut julkaisun, jonka mukaan IoT-laitteiden käytössä piilee myös vaaroja. Merkittävimmitä todetaan yritysten ja ihmisten potentiaalinen yksityisyyden menettäminen ja tietomurrot. Kun suuri määrä laitteita viestii toisilleen, täytyy ihmisten seurantaan ja kuljetusten volyymeihin perustuviin arvioihin esimerkiksi yritysten varallisuudesta varautua riskinä. On myös olemassa mahdollisuus, että jokin parempi innovaatio syrjäyttää IoT-laitteiden käytön nopeasti etenevästä kehitystyöstä huolimatta (C3 Solutions 2017, 6.)

## 5 Merikuljetukset

Merikuljetukset ovat maailmankaupan ja sen tavaravirtojen hallinnan kannalta yksi merkittävimmistä kuljetusmuodoista. Kuljetusmuotona se on energiataloudellisesti edullinen ja aiheutuvat päästöt ovat yleensä muihin päästölähteisiin verrattuna pieniä (Suomen Kuljetusopas 2018). Nykymuodossaan merikuljetuksia on käytetty 1950-luvulta lähtien. Nykyisin käytetyt konttikoot standardoitiin vuonna 1961, mikä helpotti entisestään hyödykkeiden kuljettamista eri maiden välillä (World Shipping Council 2018).

Merikuljetusten kehittymiseen vaikuttavat alueellinen sijoittuminen, maailmantalouden yleiset kehityssuunnat, kansainvälinen kauppa- ja talouspolitiikka ja luonnonolosuhteet (Suomen Kuljetusopas 2018). Näiden ohella voidaan yhdeksi merkittäväksi merikuljetusten kehittymisen vaikuttimeksi nostaa uusien teknologioiden syntyminen ja niiden omaksuminen. Kauppamerenkulun keskeiset toimintamuodot ovat linjaliikenne ja hakurahtiliikenne, joista opinnäytetyön kohdeyritys edustaa ensimmäistä.

Joitakin merikuljetusten toimitusketjujen ajankohtaisia haasteita ovat asiakkaiden laivatilan ylivaraus kuljetuksen varmistamiseksi, rahtivarustamoiden konttitarjonnan ylikapasiteetti ja niin kutsutut no-show –kontit. Asiakkaan laivatilan ylivaraus voi johtaa siihen, ettei laivojen täyttä kapasiteettia hyödynnetä. Tämä voi puolestaan vaikuttaa rahtihintojen tasoon. No-show –kontit voivat johtua muun muassa asiakkaan harkituista toimista tai vaikeuksista toimittaa esimerkiksi Kansainvälisen merenkulkujärjestön asettaman turvallisuussäädösten edellyttämiä VGM-punnitustietoja ajoissa.

### 5.1 Linjaliikenne

Linjaliikenteessä alukset kulkevat ennalta määrätyillä reiteillä tiettyine satamineen ja ennalta ilmoitettujen aikataulujen mukaan. Osa linjaliikenteestä toimii päivittäisten aikataulujen, lyhyillä linjoilla jopa kellonaikojen, mukaan. Etenkin pidemmillä linjoilla aikataulut voivat olla myös viitteellisiä, kuten esimerkiksi ”lähdöt joka kolmas viikko” tai ”lähtö kerran kuukaudessa”. Linjaan saattaa kuulua usein lastaus- ja purkusatamia, joissa kaikissa ei jokaisella matkalla edes poiketa (Logistiikan Maailma 2018.)

Lähdöt voidaan ilmaista myös vain pääilmansuuntien mukaan. Eräillä linjoilla voidaan toiminta-alue ilmaista myös suurempina alueellisina kokonaisuuksina, esimerkiksi Suomen – läntisen Välimeren -linja tai Meksikonlahden – Itämeren -linja. Tällöin purku- ja lastausamat valitaan ja nimetään ensisijaisten kuljetustarpeiden mukaan ja muita alueen satamia palvelemaan syöttöliikennettä ja jälleenlaivauksia hyväksi käyttäen (Logistiikan Maailma 2018.)

Suurilla linjaliikennevarustamoilla on omat markkinointi- ja myyntitoimistonsa, joita yhtiön kotipaikan ja maan lisäksi on yleensä myös maissa ja satamissa, joihin yhtiön laivat liikennöivät. Varustamoiden omien myyntiorganisaatioiden lisäksi lastitilaa asiakkaalle myyvät myös varustamon asiamiehet eli agentit, jotka ovat itsenäisiä yrityksiä tai osa suurempia logistiikkapalveluja tuottavia ja/tai välittäviä yrityksiä (Logistiikan Maailma 2018.)

Linjaliikenteen rahtihintojen määräytymisperusteita on lukuisia ja ne vaihtelevat eri linjoilla ja merikuljetusmarkkinoilla. Osa määräytymisperusteista johtuu itse lastista, kun osaan vaikuttavat muut kuljetustapahtuman tekijät. Rahtien hintatasoon vaikuttavat luonnollisesti avoimiin markkinoihin perustuva kova kilpailu sekä kysynnän ja tarjonnan tasapainon nopeat heilahtelut (Logistiikan Maailma 2018.)

## **5.2 Intermodaalikuljetukset**

Intermodaalikuljetuksissa käytetään kahta tai useampaa kuljetusmuotoa rahdin pysyessä samassa kuljetusyksikössä. Yleisimmin yhdisteltyjä kuljetusmuotoja intermodaalikuljetuksissa ovat meri-, raide- ja maantieliikenne.

Eri kuljetusmuotojen yhdistelemisen myötä saavutettuja etuja ovat kuljetusyksiköiden käsittelyaikojen lyheneminen, joka vähentää rahdin vahingoittumisen tai katoamisen mahdollisuutta (Lalwani & Mangan 2016, 110). Taloudellisuuden ja muiden etujen saavuttamisen edellytyksenä on standardoitujen kuljetusyksiköiden, kuten konttiliikenteen perusyksikön, TEU:n (twenty foot equivalent unit), käyttäminen. Tällöin esimerkiksi satamien konttinostot ja muu käsittely on vaivattomampaa ja yhdenmukaista, kun yleisesti käytössä oleva sata-makalusto soveltuu rahdin käsittelyyn.

Merikuljetuksista vastaavat yhtiöt ovat kahden viimeisen vuosikymmenen aikana lisänneet etenkin raideliikenteen hyödyntämistä intermodaalikuljetuksissa. Tämä johtuu muun muassa raideinfrastruktuuriin investoinnista, millä on pyritty lisäämään sisämaiden kuljetusyhteyksiä ja satamien välittömässä läheisyydessä sijaitsevia raideyhteyksiä (Inbound Logistics 2016.)

Intermodaalikuljetusten haasteita, joihin voitaisiin etsiä ratkaisuja lohkoketjuteknologiasta ovat Yli-Huumon mukaan kuljetustietojen sirpaleisuus sekä yhteentoimivuuden puute eri yritysten suljettujen tietojärjestelmien kesken. Julkaisussaan ”Intermodal transportation with Blockchain” Yli-Huumo toteaa toimialan olevan luonnostaan kompleksinen ja kilpailullisuudeltaan korkea (Yli-Huumo 2017.)



Lohkoketjuteknologiaa voitaisiin soveltaa intermodaalikuljetuksissa tavalla, jossa lohkoketjun avulla ylläpidettäisiin eräänlaista hajautettua tilannekuvaa kustakin kuljetusyksiköstä, jotka ovat osa lohkoketjua. Hajautettu tilannekuva antaisi tietoa kuljetuksissa käytetyistä reiteistä, kuljetuksen tilasta ja dokumentaatiosta (Yli-Huumo 2017.) Lohkoketjualustaa käyttävät yritykset voisivat kirjoittaa keskenään älykkäitä sopimuksia, jotka verkoston solmut, tässä tapauksessa yritykset, itse vahvistaisivat.

## **6 Lohkoketjuteknologian soveltaminen merikuljetusten toimitusketjuissa**

Lohkoketjuteknologian soveltamishankkeilla merikuljetusten toimitusketjujen toiminnoissa haetaan ratkaisuja toimialalla yleisesti tunnettuihin haasteisiin ja pyritään tehostamaan toimitusketjujen prosesseja. Prosessien tehostamisella pyritään myös nostamaan rahtivarustamoiden, niiden edustajien sekä liikekumppanien kannattavuutta rahtihintoihin liittyvien paineiden ollessa toimialalla merkittäviä.

Tutkielman ”Competitive Gain in the Supply Chain: Innovation That’s Driving Maritime Operational Transformation” kyselyyn vastanneiden ammattilaisten mukaan keskeisimmiksi haasteiksi koetaan heikko koordinaatio sidosryhmien välillä, läpinäkyvyyden puute ja toimitusketjujen tehottomuudet. Vastaajien mukaan prosessien tehostamista tarvitsevat eniten rahtilaivan ja terminaalien välinen koordinointi ja suunnittelu, terminaalioperaatiot, rahtivirtojen ennustettavuus, informaation jakaminen sekä koordinaatio rahtilaivojen ja varustamoallianssien välillä (Business Performance Innovation; Navis & XVELA 2017.)

Yritykset, kuten IBM – Maersk –yhteenliittymä, Blockshipping ja 300cubits ovat kehittäneet lohkoketjuteknologiaan perustuvia sovelluslustoja, joiden avulla pyritään vastaamaan edellä mainittuihin haasteisiin ja lisäämään merikuljetusten toimitusketjujen tehokkuutta. Pilottivaiheessa olevia hankkeita ovat toteuttaneet myös T-Mining ja Kouvola Innovations. Ensimmäisessä lisätään kuorma-autokuljetusten kulkulupien turvallisuutta varmentamalla noutoon tarvittavat dokumentit entistä tarkemmin ja jälkimmäisessä hyödynnetään RFID-teknologiaa konttien ja lavojen seurannassa (Forbes 2017).

Luvussa käydään läpi, millä tavoin lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää merikuljetusten toimitusketjujen eri toimintojen osalta. Viimeisessä alaluvussa perehdytään siihen, millaisia haasteita lohkoketjuteknologian implementoinnissa voitaisiin yleisesti sekä kohdeyrityksen toimialalla kohdata. Aihetta tarkastellaan liiketoiminnallisesta ja regulatiivisesta näkökulmasta ottaen samalla huomioon teknisiä ja käyttäytymisellisiä seikkoja, kuten teknologian kypsyys ja käytettävyys.

### **6.1 Paperityöt ja dokumentaatio**

Merikuljetusten dokumentaatiosta ja hallinnollisista tehtävistä koituvien kulujen osuus koko kuljetuskuluista on IBM:n arvion mukaan noin viidesosa, minkä lisäksi paperiset asiakirjat ovat alttiita katoamisille, tekaistuille muutoksille ja viivästyksille (IBM 2018). SO-

LAS VGM Container Streams -pilottihankkeen kehittäjäyritys Marine Transport International arvioi, että lohkoketjuun pohjautuvan järjestelmän käytöllä olisi mahdollista saavuttaa kolmensadan Yhdysvaltain dollarin suuruiset säästöt TEU:ta kohden työvoima- ja dokumentoinnin prosessointikuluissa (Ship Technology 2017).

Säästöjen saavuttamiseksi toimitusketjujen eri toimijoiden, kuten varustamoagenttien, huolitsijoiden ja kuljetusyhtiöiden on tehtävä yhteistyötä ja jaettava omaa dataansa toiminnanohjausjärjestelmistään. Yli-Huumo toteaa julkaisussaan ”Intermodal transportation with Blockchain” tämänkaltaisen lohkoketjuratkaisun vaativan laajamittaista työtä halutun datan noutamiseksi. Standardisointia lohkoketjun ja yritysten sisäisten toiminnanohjausjärjestelmien välillä ehdotetaan helpottamaan prosessia (Yli-Huumo 2017.)

Useat rahtivarustamot ovat esittäneet lohkoketjuun pohjautuvan sähköisen dokumentaation sovelluskohteeksi merikuljetusten keskeisintä asiakirjaa, konossementtia. Näihin luokituvat esimerkiksi israelilainen rahtivarustamo Zim Integrated Shipping Services (Port Technology 2017). Konossementti on rahdinottajan antama tai hänen puolestaan annettu kuljetusasiakirja, joka symboloi tai edustaa tavaraa rahdinkuljetuksen aikana ja jolla vastaanottaja saa tavarahan haltuunsa. Sen ominaisuuksiin kuuluu, että se toimii todisteena kuljetussopimuksesta, kuittina tavarahan kuljettamisesta ja sitoumuksena tavarahan luovuttamisesta määränpäässä ainoastaan sitä vastaan, että alkuperäinen konossementtiasiakirja esitetään ja luovutetaan asiakirjaa vastaan (Tieteen termipankki 2015.)

Konossementin tavoin muiden merikuljetusten asiakirjojen käsittelyssä voitaisiin hyödyntää lohkoketjuun pohjautuvaa hajautettua alustaa. Merikuljetusten toimitusketjujen eri toimijoiden asiakirjoja, joiden lohkoketjurajapinnassa tapahtuvan jakelun hyötyjä voitaisiin selvittää ovat esimerkiksi bookingvahvistukset, vienti- ja tuontiselvitykset, rahdin tavarakuvaus ja yleiset laivausohjeet.

Lohkoketjusovelluksen implementoinnista tavoiteltujen hyötyjen saavuttaminen merikuljetusten asiakirjojen jakelussa edellyttää toimitusketjun eri toimijoiden sitoutumista toteutustavasta riippuen jossain määrin yhteiseen rajapintaan, jossa yrityksen sisäistä dataa jaetaan. Sitoutumisen haasteeksi voi osoittautua niin kutsutun verkostovaikutuksen lähtötilanne, jossa ensimmäiset osallistujat eivät hyödy uuden alustan käytöstä ennen kuin muut toimijat seuraavat perässä.

Opinnäytetyön kohdeyrityksen edustama rahtivarustamo Evergreen Line tiedotti maaliskuussa 2018 siirtyvänsä paperittomaan konossementti- ja dokumentointijärjestelmään yhteistyössä Boleron kanssa. Uudet Intelligent Services –palvelut toimivat Evergreen Linen

digitaalisen portaalin, ShipmentLinkin, kautta. Palveluiden kerrotaan vahvistavan tuontia ja vientiä harjoittavien yritysten yhteyksiä esimerkiksi pankkien, vakuutusyhtiöiden, tullien ja muiden viranomaisten kanssa. Evergreen Linen mukaan laivaaajan kulut laskevat ja tiedonsiirrosta tulee tarkempaa, tehokkaampaa, luotettavampaa sekä turvallisempaa (Evergreen Line 2018.)

## **6.2 Rahdin seuranta**

Merikuljetusten toimitusketjujen onnistuneelle suunnittelulle ja toteutukselle on välttämättömyyksiä luotettavan informaation oikea-aikainen saatavuus. Varustamoiden omissa tietojärjestelmissä kontti- ja laivaliikkeet päivitetään tyypillisesti EDI-sanomien avulla. Asiakkaille kohdennettu laivaliikkeiden ja merikonttien seuranta tapahtuu usein rahtivarustamojen tarjoamien verkkoselainpohjaisten ratkaisujen avulla syöttämällä järjestelmään joko kontti-tunnus, konossementti- tai booking-numero.

Kouvola Innovation Oy:n älylogistiikan ja IoT:n asiantuntija Mika Lammi toteaa logistiikan toimialakohtaisen ongelman olevan se, että monissa tapauksissa tavara liikkuu mutta tieto ei; tarvittu tieto on ikään kuin lukituissa silloissa ilman tehokasta noutotapaa. Lammi kuvaillee ”täyden näkyvyyden tilaksi” skenaariota, jossa jokainen toimitusketjuun osallistuvien toimi tallennetaan lohkoketjuun (Kouvola Innovations 2017.)

Merikuljetusten seurannan kehittämisessä hyödynnetään IoT-laitteita, jotka lähettävät tietoa eri tekniikoin halutuille toimitusketjun osapuolille. Sijaintitietojen ohella laitteet välittävät antureiden ja sensoreiden havaitsemia muutoksia esimerkiksi lämpötilassa, ilmanpaineessa ja kiihtyvyydessä. IoT-laitteissa käytetään standardoituja tekniikoita, kuten GPS, GSM, Bluetooth, RFID ja 3G. Tiedon välittäminen kuljetusten seurannassa pohjautuu yhä enemmän pilvipohjaisiin ratkaisuihin.

IoT-laitteiden integraatio lohkoketjualustaan oikein toteutettuna edesauttaisi seurannan tiedonkulun automaatiota. Tällöin manuaalisen seurannan väheneminen vapauttaisi resursseja muuhun toimintaan. Seurannan tapahtumien läpinäkyvyys ja saatavuus johtaisi esimerkiksi tuontia harjoittavien yritysten pieneneviin puskurivarastoihin ja niihin sitoutuvan pääoman vähenemiseen.

Singaporelainen rahtivarustamo Pacific International Lines päätti helmikuussa 2018 lohkoketjusoveltuvuusselvityksen kumppaneinaan satamaoperaattori PSA International ja IBM Singapore. Osa soveltuvuusselvitystä oli reaaliaikainen merikuljetusten seuranta. Kokeilua pidettiin onnistuneena; Pacific International Linesin toimitusjohtaja Teo Siong Seng totesi

uskovansa lohkoketjuteknologian laajemman soveltamisen kansainvälisessä logistiikassa ja laivaustoiminnassa johtavan suurempaan tehokkuuteen, turvallisuuteen ja läpinäkyvyyteen (Ship Technology 2018.)

### **6.3 Sopimukset ja kaupalliset prosessit**

Luvussa käydään läpi, millaisia sovellusmahdollisuuksia lohkoketjuteknologia tarjoaa merikuljetusten sopimuksiin ja kaupallisiin prosesseihin liittyen. Lohkoketjuun ohjelmoitujen älykkäiden sopimusten soveltuvuutta merikuljetuksiin sekä niiden toimitusketjujen prosesseihin, kuten maksuihin ja rahdin luovuttamiseen arvioidaan.

Laivausten vertailuratkaisuja tarjoavan OpenSea.pro:n artikkelin mukaan merenkulkuualalla on merkittävää potentiaalia älykkäiden sopimusten hyödyntämiseen (OpenSea.pro 2018). Kun sähköiseen muotoon muutetut dokumentit sulautetaan lohkoketjuun pohjautuvaan järjestelmään yhdessä reaaliaikaisten laivakuljetustietojen kanssa, on tietoja mahdollista hyödyntää älykkäiden sopimusten käytössä. Tämän kaltaisten sopimusten todetaan voivan automatisoida kaupallisia prosesseja ennalta sovittujen ehtojen täytyessä (Accenture & DHL 2018, 17.)

DHL:n ja Accenturen yhteistyössä laatiman raportin mukaan noin kymmenessä prosentissa rahtilaskuja on epätarkkaa tietoa, joka voi johtaa erimielisyyksiin ja tarkastuksiin. Esimerkiksi öljy- ja energia-alalla voitaisiin Accenturen arvion mukaan saavuttaa noin viiden prosentin säästöt maksetuissa rahdeissa parantamalla laskutuksen tarkkuutta ja vähentämällä liian suuria maksuja (Accenture & DHL 2018, 17.) Laskutukseen liittyvien epätarkkuuksien tuomien haasteiden avuksi New York Shipping Exchange (NYSHEX) esittää täysin digitaalista rahtisopimusten markkinapaikkaa. Markkinapaikassa rahtihintojen kerrotaan olevan kiinteitä ja aina kaikki kulut kattavat. NYSHExin digitaaliseen kauppapaikkaan rahtisopimuksiaan tarjoavat viisi rahtivarustamoaa, jotka ovat COSCO Shipping, Hapag-Lloyd, Maersk Line, OOCL ja CMA CGM (New York Shipping Exchange 2018.)

Yhdeksi lohkoketjuun ohjelmoitujen älykkäiden sopimusten sovelluskohteeksi kaupallisissa prosesseissa esitetään remburssin sähköiseen muotoon muuttamista. Tällä pyritään nopeuttamaan standardimuotoisen, vielä pitkälti paperisen, remburssiprosessin valmistelua sekä toteuttamista. Tyypillisesti remburssin valmistelu vie aikaa muutamasta päivästä muutamaan viikkoon. Bank of America Merrill Lynch, HSBC ja Infocomm Development Authority of Singapore ovat kehittäneet prototyypin, jonka avulla remburssiprosessi siirrettäisiin lohkoketjuun. Järjestelmän kerrotaan mahdollistavan tehokkaamman tiedon jakamisen myyjien, ostajien ja heidän pankkiensa välillä (Accenture & DHL 2018, 17-18.)

Kuljetettu rahti luovutetaan käteisasiakkaille maksukuittia vastaan. Tyypillisesti maksukuitti toimitetaan joko pdf-tiedoston muodossa tai erilaisin kuvankaappauksin. Rahdin luovutuksessa käteisasiakkaille voitaisiin selvittää älykkäiden sopimusten käytön myötä tapahtuvan automaation hyötyjä. Tämänkaltaisten sopimusten laatiminen ja rahdin automaattinen luovutus sovittua kauppahintaa vastaan vaatii myös pankkien osallistamista yhteistyöhön esimerkiksi maksuliikenteen osalta.

## **6.4 Implementoinnin haasteita**

Lohkoketjuteknologian implementoinnin haasteita käsitellään toimialakohtaisesti ja liiketoiminnallisesta, teknisestä, regulatiivisesta ja käyttäytymisellisestä näkökulmasta. Laajamittaista teknologian omaksumista ja sen potentiaalista etenemistä käsitellään verkostovaiikutuksen ja Rogersin innovaatioiden leviämisen teorioiden viitekehyksistä käsin.

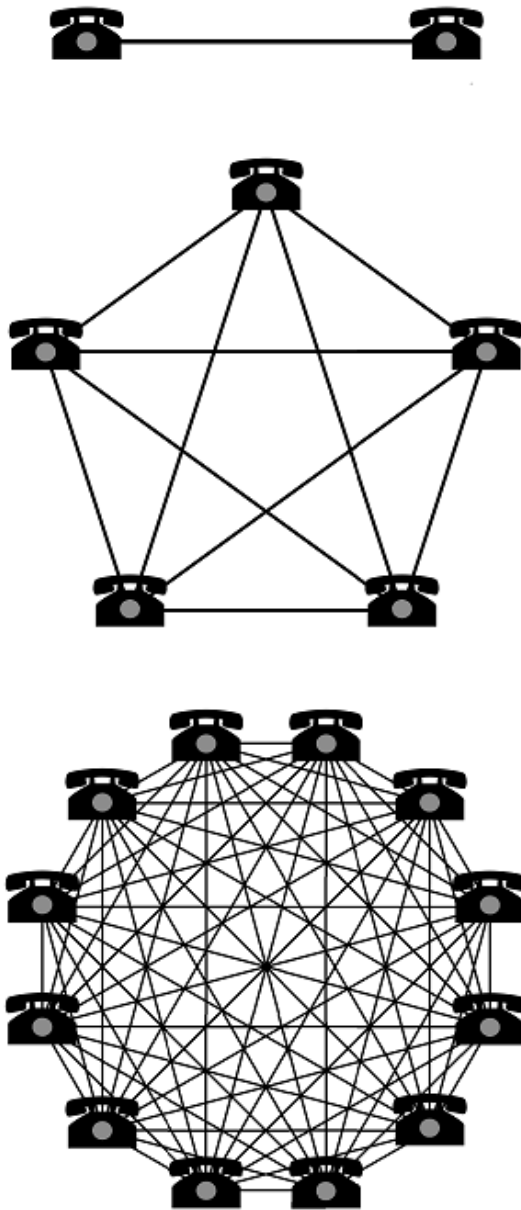
### **6.4.1 Toimialakohtaiset ja liiketoiminnalliset haasteet**

Tutkielman ”Competitive Gain in the Supply Chain: Innovation That’s Driving Maritime Operational Transformation” kerrotaan osoittavan, että merikuljetusalalla on havaittavissa vastustusta muutoksille; tutkielman kyselyyn osallistuneista 54 % vastasi toimialan hitaan muuttumisen olevan yksi merkittävimmistä yhteistyön parantamisen esteistä. Tutkielma korostaa merikuljetusalan kriittistä tarvetta yhteistyön ja läpinäkyvyyden parantamiseen teknologiavetoisten liiketoimintamallien ja prosessien omaksumisen kautta. Osasyysksi toimialan hitaaseen teknologiseen kehitykseen esitetään merikuljetusalan kokemat taloudelliset haasteet (Navis 2017.)

Lohkoketjuteknologian implementoinnissa voidaan kohdata useita liiketoiminnallisia haasteita. Mougayar (2016, 66) tunnistaa yhdeksi haasteeksi projekti-ideoiden heikon laadun. Projekti-ideoiden heikko laatu ja epäselvät päämäärät voivat seurata lohkoketjusovellusten toistaiseksi pienestä määrästä sekä teknologian asiantuntijuuden vähyydestä.

Uusiin innovaatioihin perustuviin järjestelmiin voi olla haasteellista saada uusia käyttäjiä. Mougayar (2016, 66-67) mukaan valtaosalla käyttäjistä on vaikeuksia käsitellä käytettävyyden monimutkaisuuden kasvua etenkin, kun teknologia johon järjestelmä perustuu, on monimutkaista. Yritysten välisissä B2B-sovelluksissa arvoketjun eri toimijat ovat osallistettava lohkoketjuun pohjautuvan järjestelmän käyttöön, jotta arvoa saadaan luotua. Lohkoketjuun pohjautuvien järjestelmien implementoinnissa positiivinen verkostovaikutus kasvaa uusien käyttäjien myötä; jokainen uusi järjestelmän käyttäjä lisää nykyisten käyttäjien saamaa hyötyä.

Kuvassa 7. havainnollistetaan positiivista verkostovaikutusta käyttämällä esimerkkinä puhelinta. Kunkin käyttäjän saama arvo riippuu siitä, kuinka moni muu käyttää puhelinta.



Kuva 7. Verkostovaikutus (Wikipedia 2018)

#### 6.4.2 Tekniset haasteet

Teknisiä haasteita lohkoketjuteknologian implementoinnissa ovat kehittymätön lohkoketjuekosysteemin infrastruktuuri sekä kypsien sovellusten puute. Ohjelmistojen lisäksi ekosysteemi tarvitsee ympärilleen muun muassa palveluita, työkaluja ja käyttäjiä ollakseen hyödyllinen. Uusien teknologioiden syntyessä kuluu aikaa ennen kuin uusia sovelluksia saapuu markkinoille (Mougayar 2016, 61-62.)

Mougayarin mukaan yritysten vanhoihin tietojärjestelmiin liittyy tyypillisesti kaksi keskeistä haastetta. Nämä ovat uusien sovellusten integrointi vanhaan tietojärjestelmään ja sen määrittäminen, mitä järjestelmästä tarvitsee mahdollisesti korvata. Ratkaisuksi ehdotetaan uusien sovellusten kehittämistä vanhojen tietojärjestelmien ulkopuolella, jotta sovellusten integraation tuomilta haasteilta vältytään (Mougayar 2016, 64.) Tietojärjestelmien kehityshankkeissa on myös syytä huomioida, ovatko jo käytössä olevat tietokannat toimivia ja tarvitseeko niiden toimintaa ylipäättään täydentää lohkoketjuteknologialla.

Julkisissa lohkoketjuissa lähtökohtana on transaktioiden läpinäkyvyys. Käyttäjät pystyvät näkemään transaktioiden arvot ja tarkastelemaan sekä lähettäjä- että vastaanottajaosoitteiden tietoja. Tämän tason läpinäkyvyys ei Mougayarin (2016, 64-65) mukaan sovellu yksityisiin lohkoketjusovelluksiin. Transaktioiden arvot ja lohkoketjuverkon käyttäjien identiteetit on kuitenkin mahdollista piilottaa salakirjoituksen avulla halutun tietosuojan saavuttamiseksi.

Joidenkin lohkoketjusovellusten tiedetään skaalautuvan heikosti ja kärsivän siitä aiheutuvista viiveistä. Skaalautuvuudella tarkoitetaan järjestelmän kykyä parantaa suorituskyykyä sen prosessointivaatimusten muuttuessa, kuten esimerkiksi tietokannan kyselyiden määrän kasvaessa (Gartner 2018). Tietyissä suuremman mittakaavan sovelluksissa haasteita aiheuttaa korkeampi laskentatehon käyttö ja sähkönkulutus (Accenture & DHL 2018, 7.) Kyseiset haasteet seuraavat konsensusprotokollien toimintatavoista, joissa transaktioiden vahvistaminen edellyttää laskentatehon käyttämistä.

#### **6.4.3 Regulaatiiviset haasteet**

Eräiden lohkoketjusovellusten, kuten omaisuusrekisterien ja lainmääräisten sopimusten sekä toisaalta niiden mahdollisten seurausten, kuten taloudellisten instituutioiden välikätenä toimimisen poistamisen todetaan olevan vahvasti riippuvaisia niitä ympäröivästä sääntelystä (Deloitte 2017, 8). Etenkään älykkäiden sopimusten käyttöä koskevaa laajamittaista sääntelyä tai ohjesääntöjä erityiskysymyksiin ei opinnäytetyön tekohetkellä juuri ole.

Sääntelyn kerrotaan lopulta saavuttavan lohkoketjuteknologian ja sen sovellukset. Perustavanlaatuinen ero, joka Mougayarin mukaan sääntelijöiden on ymmärrettävä, on luottamuksen entistä suurempi avoimuus ja vapaus sitä säätelevistä keskushallinnoista. Sääntelyltäkin todetaan edellyttävän innovatiivisuutta, sillä perinteisesti sääntely koskee pitkälti ”luottamuksen tarjoajia”. On siis tunnistettava, milloin ”luottamuksen tarjoajana” toimii



lohkoketju tai jokin uudenlainen välikäsi, joka ei sovi perinteiseen keskushallintomaisten välikäsien malliin (Mougayar 2016, 64.)

Tutkielman ”Blockchain in Logistics and Supply Chain: Trick or Treat?” (Hackius & Petersen 2017, 14) kyselyyn vastanneista 152:sta henkilöstä 56 % ajatteli, että sääntelyä koskeva epävarmuus saattaa olla este lohkoketjuteknologian omaksumiselle logistiikka-alalla. Merikuljetusalalla toimittaessa on tärkeää noudattaa määräystenmukaisuutta kansallisessa lainsäädännössä sekä Kansainvälisen merenkulkujärjestön asettamissa säädöksissä. Lohkoketjuteknologian implementoinnissa merikuljetusalalla onkin ratkaisevan tärkeää, että sääntelyssä tullaan tunnistamaan eri tyyppisten sähköisten dokumenttien lainvoimaisuus. Esimerkiksi Kansainvälisen merenkulkujärjestön säätämän asetuksen mukaiselle VGM-punnitustietojen tai rahtien maksukuittien toimittamiselle voitaisiin kehittää lainsäädännöllisiä standardimuotoisia formaatteja, joiden käyttö täyttäisi asiakirjoille asetetut vaatimukset.

#### **6.4.4 Käyttäytymiselliset haasteet**

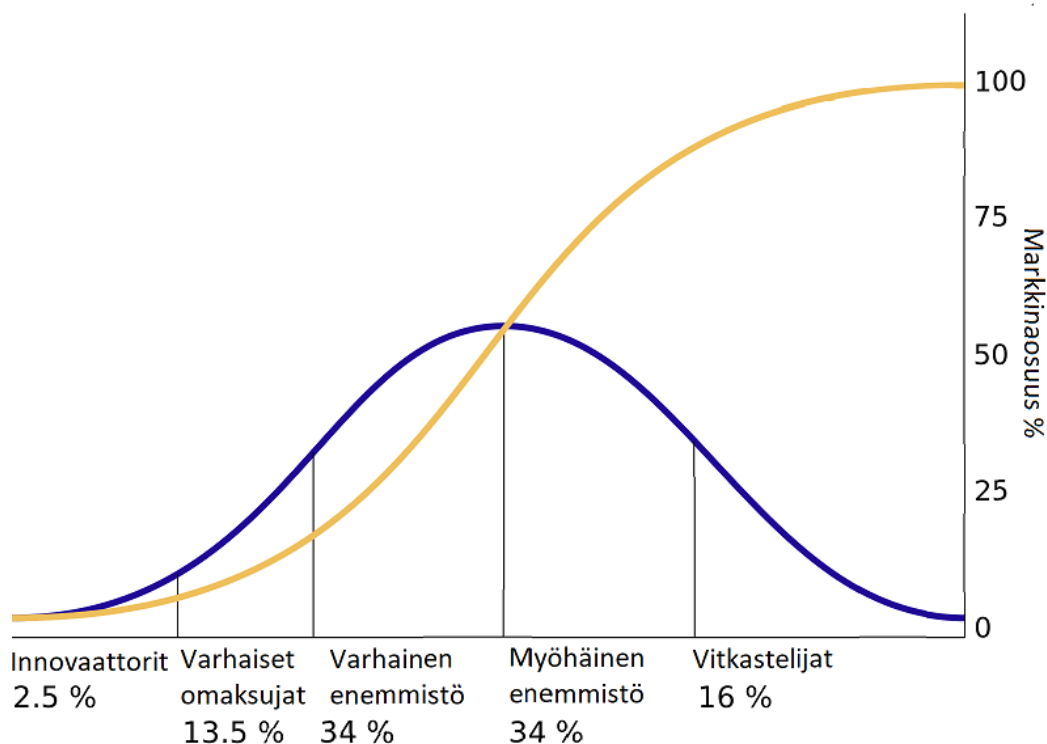
Innovaation potentiaalin ymmärtämisen puute ja muutosjohtamisen vaikeus voivat Mougayarin mukaan osoittautua lohkoketjuteknologian implementoinnin käyttäytymisellisiksi haasteiksi. Ensimmäistä voidaan kuitenkin helpottaa lohkoketjuteknologiaan ja sen potentiaalin ymmärtämiseen keskittyvällä kouluttamisella. Nopeilla ja helposti toteutettavilla projekteilla ei välttämättä ole muutokseen tarvittavaa syvyyttä, jotta tavoitellut hyödyt voidaan saavuttaa. Suuremmissa organisaatioissa muutoksen aikaansaaminen on puolestaan vaikeaa (Mougayar 2016, 69-70.)

Rogersin innovaatioiden leviämisen teoria pyrkii selittämään, miten tietty populaatio omaksuu jonkin innovaation. Innovaatio voi olla idea, käyttäytymismalli tai esine, jonka sen yleisö kokee uutena. Innovaatioiden leviämisen teoria esittää kolme oivallusta sosiaalisen muutoksen prosessiin (Robinson 2009.):

- i. Mitkä ominaisuudet saavat innovaation leviämään menestyksekkäästi?
- ii. Keskinäisten keskustelujen tärkeys
- iii. Eri segmenttien erilaisten tarpeiden tunnistaminen

Innovaatioiden leviäminen eli diffuusio on Rogersin (1983, 12) mukaan prosessi, jossa (1) innovaatiosta viestitään (2) tiettyjen kommunikaatiokanavien kautta (3) ajan kuluessa (4) sosiaalisen järjestelmän puitteissa. Tämä määritelmä pitää sisällään teorian neljä keskeistä osatekijää numeroituina.

Kuvassa 8. sininen normaalijakaumaa noudattava kellokäyrä kuvaa innovaation omaksujien viittä eri ryhmää ja keltainen käyrä puolestaan markkinaosuutta saturaatiopisteeseen asti. Lohkoketjuteknologian tähänastisten soveltuvuusselvitysten, pilottihankkeiden ja varhaisien käyttöön otettujen sovellusten määrien sekä toteutusten laajuuksien perusteella voidaan tehdä arvioita teknologian omaksumisasteesta merikuljetusalalla innovaatioiden leviämisen teorian viitekehyksestä käsin. Edellä mainittujen tekijöiden vertailun ja opinnäytetyöprosessin aikaisen tiedonhaun perusteella lohkoketjuteknologian omaksumisasteen karkeaksi arvioksi voitaisiin merikuljetusalalla esittää innovaattoreiden ja varhaisten omaksujien välistä keskikohtaa. Tällöin potentiaalisesta markkinaosuudesta olisi saavutettu alle kymmenen prosenttia.



Kuva 8. Innovaatioiden leviäminen Rogersin mukaan (Wikipedia 2018)

Myös lohkoketjuteknologian ylimainonta ja hehkutus voivat aiheuttaa yllättäviä haasteita. Taloussanomalehti Financial Times kirjoitti kesäkuussa 2017, että lohkoketjuteknologiaan investoivien yritysten johtoportaan edustajilla on vaikeuksia selittää lohkoketjun implementoinnin liiketoiminnallisia hyötyjä (Financial Times 2017). Lohkoketjusta on etenkin muutamien viime vuosien aikana tullut monissa asianyhteyksissä lähes trendisana, minkä ymmärrys ei välttämättä ole kasvanut suhteessa sen suosioon. Tämänkaltaiset ilmiöt saattavat yhtäältä lisätä resurssien kohdentamista lohkoketjuhankkeisiin mutta toisaalta vahvis-

taa virheellistä käsitystä siitä, että lohkoketju olisi yleispätevä työkalu, joka tarjoaa ratkaisuja useimpiin nykyisiin liiketoiminnallisiin haasteisiin ilman huolellisia soveltuvuus selvityksiä.

## 7 Tulokset ja pohdinta

Luvussa esitellään opinnäytetyöstä saadut tulokset. Opinnäytetyöprosessin onnistumista arvioidaan tekijän toiminnanohjauksen, käytettyjen menetelmien soveltuvuuden sekä lopputuloksen näkökulmista. Lopuksi pohditaan jatkohankkeiden tarvetta sekä mahdollisuuksia työn aiheen ympäriltä.

### 7.1 Tulokset

Lohkoketjuteknologia mahdollistaa liiketoiminnassa toimintatavan, jossa välikätenä toimivaa luotettua kolmatta osapuolta ei transaktioissa tarvita. Toisin sanoen toimitusketjun eri osapuolten välille tarvittava luottamus voidaan sisällyttää itse lohkoketjuun pohjautuvaan järjestelmään. Lohkoketjun eduiksi havaittiin muun muassa tiedon luotettava ja nopea saatavuus sekä toimitusketjun entistä suurempi läpinäkyvyys. Hajautettu tietokannan toteutustapa yhdessä konsensusprotokollan kanssa takaa tietojen muuttamattomuuden ja sen myötä turvallisuuden.

Opinnäytetyössä tunnistettiin sekä eriteltiin merikuljetusalan haasteita ja niiden toimitusketjujen prosessien tehottomuuden eri muotoja. Näistä tärkeimpiä olivat läpinäkyvyyden puute toimitusketjun toimijoiden välillä, sidosryhmien välisen koordinaation puute ja hidas paperityötä edellyttävät prosessit. Lohkoketjuteknologian ominaisuuksista löydettiin hyötyjä, joita pyrittiin sovittamaan edellä mainittuihin haasteisiin opinnäytetyössä esitettyjen käytännön sovellusehdotusten kautta.

Lohkoketjuteknologian sovellustavoiksi merikuljetusten toimitusketjuissa esitettiin seuraavien aihealueiden ympärille keskittyviä ideoita: paperityöt ja dokumentaatio, kuljetusten seuranta ja sopimukset sekä kaupalliset prosessit. Paperitöiden ja dokumentaation osalta esitettiin keskeisten merikuljetusten asiakirjojen, kuten esimerkiksi konossementin muuttamista sähköiseen muotoon. Sähköisten asiakirjojen reaaliajassa tapahtuva turvallinen jakelu lohkoketjurajapinnassa nähtiin mahdollisuutena.

Kuljetusten seurannassa havaittiin potentiaalia lohkoketjuteknologian hyödyntämisen kannalta. Internet of Things –laitteiden integraation lohkoketjuun arvioitiin parhaimmillaan lisäävän tiedonkulun automaatiota sekä vähentävän manuaaliseen seurantaan liittyvää työtä. Intermodaalikuljetusten kuljetusyksiköiden seurannan sovellusideana esitettiin niin kutsuttu hajautettu tilannekuva, jossa lohkoketju sisältäisi tietoa kuljetuksessa käytetyistä reiteistä, dokumentaatiosta ja kuljetuksen tilasta.

Lähdemateriaalien vertailun perusteella vedettiin johtopäätös, jonka mukaan lohkoketjuun ohjelmoitujen älykkäiden sopimusten käytöllä voitaisiin saavuttaa hyötyjä, kuten turvallisuus ja nopeus. Rahtisopimuksissa hyödynnettäisiin sähköiseen muotoon muutettujen dokumenttien sulauttamista lohkoketjuun pohjautuvaan järjestelmään yhdessä reaaliaikaisen kuljetustietojen kanssa. Remburssiprosessin lohkoketjuun siirtämistä ja käteisasiakkaiden maksukuittien standardimuotoista, sähköistä jakelua esitettiin kaupallisten prosessien potentiaalisina sovelluksina. Kyseisten sovellusideoiden tavoiteltuihin hyötyihin lukeutuu älykkäiden sopimusten myötä saavutettu prosessien nopeutuminen, kun ohjelmoitu sopimus toimeenpanee automaattisesti ennalta sovitut toimet sopimusehtojen täyttyessä.

Lohkoketjuteknologian implementointiin liittyviä haasteita löydettiin neljästä eri näkökulmasta tarkasteltuna; toimialakohtaisesta ja liiketoiminnallisesta, teknisestä, regulatiivisesta ja käyttäytymisellisestä. Toimialakohtaisiksi ja liiketoiminnallisiksi haasteiksi tunnistettiin merikuljetusalalla havaittu vastustus muutoksia kohtaan ja projekti-ideoiden heikko laatu lohkoketjuasiantuntijuuden vähyydestä johtuen. Näiden lisäksi uusiin innovaatioihin perustuviin järjestelmiin voi olla haasteellista saada uusia käyttäjiä. Lohkoketjuun pohjautuvan järjestelmän positiivisen verkostovaikutuksen katsottiin kasvavan sitä mukaa, kun uusien käyttäjien määrä kasvaa.

Keskeisiksi teknisiksi haasteiksi, jotka olisi syytä ottaa huomioon implementointivaiheessa, arvioitiin kehittymätön lohkoketjuekosysteemin infrastruktuuri ja kypsien sovellusten puute. Muita teknisiä haasteita olivat yritysten vanhojen tietojärjestelmien integraatio kohti lohkoketjurajapintaa sekä sen kartoittaminen, tarvitseeko jo käytössä olevia tietojärjestelmiä ylipäättään täydentää lohkoketjuteknologialla. Ennen implementointia on myös syytä selvittää lohkoketjun luku- ja kirjoitusoikeuksiin liittyviä näkökohtia; onko tarkoituksenmukaista ottaa käyttöön yksityinen, osittain hajautettu vai täysin hajautettu lohkoketju. Viimeiseksi tekniseksi haasteeksi tunnistettiin lohkoketjun skaalautuvuus ja sen puutteesta aiheutuvat viiveet transaktioiden vahvistamisessa.

Joidenkin lohkoketjusovellusten havaittiin olevan vahvasti sidonnaisia niiden sovelluskohteita ympäröivään sääntelyyn. Opinnäytetyön teon aikana huomattiin, ettei älykkäiden sopimusten käyttöä koskevaa laajamittaista sääntelyä tai ohjesääntöjä erityiskysymyksiin juuri ole. Voitaneen siis todeta, että sääntelyltäkin tullaan edellyttämään innovatiivisuutta, sillä perinteisesti sillä ohjataan ”luottamuksen tarjoajien” toimintaa, joita ei lohkoketjusovellusten piirissä tarvita välttämättä lainkaan. Lähdemateriaalina käytetyt tutkimukset osoittivat logistiikka-alalla olevan epävarmuutta siitä, millä tavoin sääntely tulee vaikuttamaan lohkoketjuteknologian omaksumiseen.

Käyttäytymisellisiksi haasteiksi tunnistettiin innovaation potentiaalin ymmärtämisen puute ja muutosjohtamisen vaikeus. Lohkoketjuteknologian omaksumisastetta kohdeyrityksen toimialalla arvioitiin Rogersin innovaatioiden leviämisen teorian viitekehyksestä käsin. Todettiin, että innovaattoreiden lisäksi on olemassa pieni määrä varhaisia omaksujia. Tällöin Rogersin innovaation leviämisen kuvaajan perusteella potentiaalisesta lohkaketjuteknologian sovellusten markkinaosuudesta toimialalla olisi saavutettu alle kymmenen prosenttia. Myös ylimainonnan ja hehkutuksen katsottiin vaikuttavan lohkaketjuteknologian omaksumiseen; yhtäältä ne voivat lisätä resurssien kohdentamista lohkaketjuhankkeisiin mutta toisaalta niistä voi seurata virheellisiä käsityksiä lohkaketjujen ominaisuuksiin liittyen.

Tulee olemaan mielenkiintoista seurata millä tavoin ja missä mittakaavassa lohkaketjuteknologiaa tullaan hyödyntämään merikuljetusten toimitusketjujen eri toiminnoissa. Arvioita laajamittaisen omaksumisen todennäköisyyksistä oli opinnäytetyöprosessin aikana hyvin kaksijakoisesti. Selvää kuitenkin lienee, että opinnäytetyössä kuvailtujen hyötyjen saavuttamiseksi ja toimitusketjujen prosessien tehostamiseksi on siirryttävä kohti aikaisempaa läpinäkyvämpää yhteistyön liiketoimintakulttuuria, jossa keskeisessä osassa ovat yhteiset tietorakenteet ja rajapinnat.

## **7.2 Opinnäytetyöprosessin arviointi**

Opinnäytetyö saavutti sille asetetut tavoitteet melko hyvin. Mikäli opinnäytetyöprosessin aikataulu olisi ollut hieman väljempi, oltaisiin joitakin sovellusideoita ja niihin liittyviä erityiskysymyksiä käsitellä vielä syvällisemmin. Lohkoketjuteknologian toimintatapaa käsittelevässä luvussa koin toisinaan haasteelliseksi selittää keskeistä terminologiaa ilman, että lukija tarvitsisi ennalta aiheen teknistä erityistuntemusta.

Oppimiskokemuksena opinnäytetyöprosessi tarjosi annettavaa itselle sopivan työskentelytavan laatimiseen; itseohjautuva ja säännöllinen työskentelytapa yhteistyössä ohjaajien kanssa tuntui luontevalta tavalta edetä. Tämän lisäksi koin saavani lisää valmiuksia eri työvaiheiden vaatimien resurssien hahmottamiseen ja sitä kautta aikatauluttamiseen.

Käytetyt menetelmät soveltuivat kehitystehtävän ja selvityksen kaltaiseen opinnäytetyöhön, sillä aiheen kannalta olennaista tietoa oli saatavilla hajanaisesti useista eri lähteistä. Toimialakohtaiset julkaisut, soveltuvuusselvitykset ja pilottihankkeista kootut tiedot yhdessä niin sanottujen trendiraporttien kanssa muodostivat perustan käytettyjen menetelmien valinnalle opinnäytetyöprosessin alkuvaiheessa.

### 7.3 Jatkohankkeet

Opinnäytetyön yhdeksi jatkohankkeeksi voitaisiin esittää läpikäytyjen sovellusideoiden toteuttamisen tarkempaa yksityiskohtien selvittämistä. On syytä huomioida, että monet implementoinnin yksityiskohtien selvittämisen potentiaalisista jatkohankkeista edellyttävät lohkoketjuasiantuntijuuden ohella merkittävää määrää tietoteknistä osaamista.

Lohkoketjuteknologian ollessa toimialalla nousujohteisessa trendissä on lähitulevaisuudessa syytä seurata millä tavoin ja kuinka laajasti teknologiaa hyödynnetään. Myös kilpailijoiden laatimista soveltuvuusselvityksistä ja pilottihankkeista voidaan saada hyödyllistä tietoa, jonka perusteella voidaan arvioida omien mahdollisten hankkeiden tarpeita. Logistiikka-alalla on hiljattain syntynyt eri tyyppisiä konsortioita, jotka keskittyvät lohkoketjuteknologian potentiaalisten hyötyjen sekä sovellustapojen tutkimiseen. Tämänkaltaisiin, useiden eri organisaatioiden resursseja kokoaviin hankkeisiin tutustumisen etuja voitaisiin punnita.

Läpinäkyvyyden puutteeseen ja tiedonkulun hitauteen voitaisiin jatkohankkeen muodossa etsiä ratkaisuja myös kaupallisen yhteistyön kautta lohkoketjusovelluksiin keskittyvien yritysten kanssa. Tämänkaltaisten jatkohankkeiden käynnistämisessä on kuitenkin hyvä toimia maltillisesti teknologian kypsyys-tason ja esimerkiksi toimialakohtaisten standardien puutteen takia; voi siis olla aiheellista odottaa kypsempien sekä käytettävyydeltään parempien sovellusten saapumista markkinoille, ellei yrityksen strategiana ole pyrkimys toimia edelläkävijän tavoin.

## Lähteet

Accenture & DHL 2018. Blockchain in logistics. Perspectives on the upcoming impact of blockchain technology and use cases for the logistics industry. Luettavissa: <https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf> Luettu: 17.4.2018.

Baliga, A. Persistent Systems Ltd 2017. Understanding Blockchain Consensus Models. Luettavissa: <https://www.persistent.com/wp-content/uploads/2017/04/WP-Understanding-Blockchain-Consensus-Models.pdf> Luettu: 9.2.2018.

Banafa, A. 2016. IoT Trends, Analysis and Insights. Luettavissa: <https://ahmed-banafa.blogspot.fi/2016/08/securing-internet-of-things-iot-with.html> Luettu: 9.4.2018.

Bitcoin Project 2018. Frequently Asked Questions: General. Luettavissa: <https://bitcoin.org/en/faq#what-is-bitcoin> Luettu: 6.2.2018.

Bloomberg 2018. Bitcoin Ban at Nordea Has Financial Regulator Taking Back Seat. Luettavissa: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-22/nordea-bans-employees-from-trading-bitcoin-spokeswoman-says> Luettu: 6.2.2018.

Boston Consulting Group 2018. Does Your Supply Chain Need a Blockchain? Luettavissa: <https://www.bcg.com/publications/2018/does-your-supply-chain-need-blockchain.aspx> Luettu: 8.4.2018.

Business Performance Innovation; Navis & XVELA 2017. Infographic: Competitive Gain in the Ocean Supply Chain. Luettavissa: <http://www.bpinetwork.org/competitive-gain-ocean-supply-chain-infographic> Luettu: 8.3.2018.

Buterin, V. 2015. Public and Private Blockchains. Luettavissa: <https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/> Luettu: 13.2.2018.

Cointelegraph 2017. Smart Contracts, Explained. Luettavissa: <https://cointelegraph.com/explained/smart-contracts-explained> Luettu: 27.2.2018.



Deloitte 2017. Using blockchain to drive supply chain innovation. Luettavissa: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-blockchain-to-drive-supply-chain-innovation.pdf> Luettu: 7.4.2018.

Evergreen Line 2018. Evergreen Launches New Electronic Documentation Function in Partnership with Bolero International. Luettavissa: [https://www.evergreen-line.com/tuf1/jsp/TUF1\\_News.jsp?newsType=G1&newsId=NEWS2018030100001457&lang=en](https://www.evergreen-line.com/tuf1/jsp/TUF1_News.jsp?newsType=G1&newsId=NEWS2018030100001457&lang=en) Luettu: 26.3.2018.

Financial Times 2017. Growing scepticism challenges the blockchain hype. Luettavissa: <https://www.ft.com/content/b5b1a5f2-5030-11e7-bfb8-997009366969> Luettu: 24.4.2018.

Forbes 2018. Blockchain And The Internet Of Things: 4 Important Benefits Of Combining These Two Megatrends. Luettavissa: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/01/28/blockchain-and-the-internet-of-things-4-important-benefits-of-combining-these-two-mega-trends/#6d63b0bc19e7> Luettu: 9.4.2018.

Gartner 2018. IT Glossary. Scalability. Luettavissa: <https://www.gartner.com/it-glossary/scalability> Luettu: 21.4.2018.

Greencarrier Group 2018. Environment. Luettavissa: <https://www.greencarrier-group.com/sustainability/environment/> Luettu 30.5.2018.

Greencarrier Group 2018. Greencarrier Group. Luettavissa: <https://www.greencarrier-group.com/> Luettu: 1.2.2018.

Greencarrier Group 2018. History of the Greencarrier Group. Luettavissa: <https://www.greencarriergroup.com/about/history-of-the-group/> Luettu: 1.2.2018.

Greencarrier Group 2018. One of the Nordic's Largest Privately-Owned Transport Companies. Luettavissa: [https://www.greencarriergroup.com/?utm\\_source=Splash-site&utm\\_medium=Banner&utm\\_content=Group&utm\\_campaign=GC%20Splash-site%20lead](https://www.greencarriergroup.com/?utm_source=Splash-site&utm_medium=Banner&utm_content=Group&utm_campaign=GC%20Splash-site%20lead) Luettu: 1.2.2018.

Hackius, N. & Petersen, M. Blockchain in Logistics and Supply Chain: Trick or Treat? Luettavissa: [https://tubdok.tub.tuhh.de/bitstream/11420/1447/1/peter-sen\\_hackius\\_blockchain\\_in\\_scm\\_and\\_logistics\\_hicl\\_2017.pdf](https://tubdok.tub.tuhh.de/bitstream/11420/1447/1/peter-sen_hackius_blockchain_in_scm_and_logistics_hicl_2017.pdf) Luettu: 22.4.2018.

IBM; White, M. 2018. Digitizing Global Trade with Maersk and IBM. Luettavissa: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/01/digitizing-global-trade-maersk-ibm/> Luettu 30.1.2018.

Inbound Logistics 2016. Intermodal Transportation: Rise and Shine. Luettavissa: <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/intermodal-transportation-rise-and-shine/> Luettu 26.2.2018.

International Chamber of Shipping 2017. Shipping and World Trade: Overview. Luettavissa: <http://www.ics-shipping.org/shipping-facts/shipping-and-world-trade> Luettu: 30.1.2018.

Kauppalehti 2018. Greencarrier Liner Agency Finland Oy. Perustiedot. Luettavissa: <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/greencarrier+liner+agency+finland+oy/15669620> Luettu: 1.2.2018.

Kouvola Innovation 2017. Standards Needed for Blockchain. Luettavissa: <https://www.kinno.fi/en/news/standards-needed-blockchain> Luettu: 2.4.2018.

Lalwani, C. & Mangan, J. 2016. Global Logistics and Supply Chain Management. Wiley.

Logistiikan Maailma 2018. Linjaliikenne. Luettavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/merikuljetus/linjaliikenne/> Luettu: 22.2.2018.

Logistiikan Maailma 2018. Logistiikka ja toimitusketju. Luettavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/> Luettu: 27.3.2018.

Nakamoto, S. 2009. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Luettavissa: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> Luettu: 6.2.2018.

Navis 2017. Global maritime shipping industry at the tipping point of digitization, still needs better data sharing and collaboration, says BPI Network study report. Luettavissa: <http://navis.com/news/press/global-maritime-shipping-industry-tipping-point-digitization-still-needs-better-data> Luettu: 19.4.2018.

Mougayar, W. 2016. The Business Blockchain: Promise, Practice and Application of the Next Internet Technology. John Wiley & Sons.

OpenSea.pro 2018. How can the shipping industry take advantage of the blockchain technology? Luettavissa: <https://opensea.pro/blog/blockchain-for-shipping-industry> Luettu: 13.4.2018.

Pilkington, M. 2015. Blockchain Technology: Principles and Applications. Research Handbook on Digital Transformations. Luettavissa: [https://papers.ssrn.com/sol3/Papers.cfm?abstract\\_id=2662660](https://papers.ssrn.com/sol3/Papers.cfm?abstract_id=2662660) Luettu: 8.2.2018.

Port Technology 2017. Blockchain Breakthrough for Paperless Bill-of-Lading. Luettavissa: [https://www.porttechnology.org/news/blockchain\\_breakthrough\\_for\\_paperless\\_bills\\_of\\_lading](https://www.porttechnology.org/news/blockchain_breakthrough_for_paperless_bills_of_lading) Luettu: 6.4.2018.

PwC; Bertram, P. & Schrauf, S. 2016. Industry 4.0 How digitization makes the supply chain more efficient, agile and customer-focused. Luettavissa: <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industry4.0.pdf> Luettu: 28.3.2018.

Robinson, L. 2009. A summary of Diffusion of Innovations. Luettavissa: [https://twut.nd.edu/PDF/Summary\\_Diffusion\\_Theory.pdf](https://twut.nd.edu/PDF/Summary_Diffusion_Theory.pdf) Luettu: 24.4.2018.

Rogers, E. 1983. Diffusion of Innovations, Third Edition. The Free Press.

Ship Technology 2017. Could blockchain revolutionise shipping? Luettavissa: <https://www.ship-technology.com/features/featurecould-blockchain-technology-revolutionise-shipping-5920391/> Luettu: 15.3.2018.

Ship Technology 2018. PIL and partners trial blockchain technology to track cargo movement. Luettavissa: <https://www.ship-technology.com/news/pil-partners-trial-blockchain-technology-track-cargo-movement/> Luettu: 3.4.2018.

Standard Chartered 2016. Blockchain – the road to mass adoption. Luettavissa: <https://www.sc.com/BeyondBorders/blockchain-mass-adoption/> Luettu: 8.2.2018.

Statista 2018. Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025 (in billions). Luettavissa: <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/> Luettu 30.3.2018.

Suomen Kuljetusopas 2018. Merikuljetukset. Luettavissa: <http://www.kuljetusopas.com/kuljetus/merikuljetukset/> Luettu: 22.2.2018.

Tieteen termipankki 2015. Konossementti. Luettavissa: [http://tieteentermipankki.fi/wiki/Oikeustiede:konossementti\\_\(esineoikeus\)](http://tieteentermipankki.fi/wiki/Oikeustiede:konossementti_(esineoikeus)) Luettu: 20.3.2018.

United Nations Conference on Trade and Development 2017. Review of Maritime Transport. Luettavissa: [http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2017\\_en.pdf](http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2017_en.pdf) Luettu: 30.1.2018.

Wikipedia 2018. Diffusion of innovations. Luettavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Diffusion\\_of\\_innovations](https://en.wikipedia.org/wiki/Diffusion_of_innovations) Luettu: 20.4.2018.

Wikipedia 2018. Network effect. Luettavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_effect](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_effect) Luettu: 20.4.2018.

World Economic Forum 2017. Blockchain: the ledger that will record everything of value to humankind. Luettavissa: <https://www.weforum.org/agenda/2017/07/blockchain-the-ledger-that-will-record-everything-of-value> Luettu: 2.2.2018.

World Shipping Council 2018. History of Containerization. Luettavissa: <http://www.worldshipping.org/about-the-industry/history-of-containerization> Luettu: 22.2.2018.

Yli-Huomo, Jesse 2017. Intermodal transportation with Blockchain. Luettavissa: <http://materials.dagstuhl.de/files/17/17132/17132.JesseYli-Huomo.ExtendedAbstract.pdf> Luettu: 14.3.2018.